

Japanese Patent Laid-open No. HEI 9-312590 A

Publication date : December 2, 1997

Applicant : K.K. YRB Ido Tsushin Kiban Gijyutsu Kenkyusyo

Title : SPECTRUM SPREAD COMMUNICATION DEVICE

5

(57) [Abstract]

[Object] To provide a device which can deal with many kinds of information speeds.

[Means to solve the problems] Inputted information signal  
10 811 is encoded by an encoding device 813 based upon information speed signal 812, and further allocated to a plurality of sequences so as to have a common speed through an information signal re-composing device 814. Next, the signal on each of the sequences is spread by using spread codes whose  
15 generation timing and cycle are changed in accordance with the information speed signal 812. Then, the spread sequences of the respective sequences are added to form a transmission signal 818.

[Scope of Claim for a Patent]

20 [Claim 1] A spectrum spread communication device comprising:  
an information signal re-composing device for allocating an inputted information signal to a plurality of sequences that are set to a predetermined speed based upon information speed signal of the inputted information  
25 signal;

a code generator for changing timing and a cycle in which a spread code is generated in accordance with the information speed signal;

a spread modulator for spectrum-spreading the  
5 respective signals on the plurality of sequences by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length that have been generated by the code generator; and

means for adding the outputs of the plurality of  
10 sequences from the spread modulator.

[Claim 2] A spectrum spread communication device comprising:

means for distributing a receiving signal that has been spectrum-spread to a plurality of sequences;

a plurality of matching filters that are placed on  
15 the sequences and designed to carry out an inverse spread process by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length;

an information speed judging device for judging the speed of an information signal to be demodulated based upon  
20 an output information from the matching filters; and

a demodulation signal re-composing device for re-composing the demodulated signals on the sequences that have been demodulated in accordance with the information speed obtained by the information speed judging device to  
25 the original information signal.

[Claim 3] A spectrum spread communication device comprising:

transmitting means that includes:

an information signal re-composing device for allocating an inputted information signal to a plurality of sequences that are set to a predetermined speed based upon information speed signal of the inputted information signal;

a code generator for changing timing and a cycle in which a spread code is generated in accordance with the information speed signal;

a spread modulator for spectrum-spreading the respective signals on the plurality of sequences by using different spread codes having the same code speed and the same code length that have been generated by the code generator; and

means for adding the outputs of the plurality of sequences from the spread modulator, and

receiving means that includes:

means for distributing a receiving signal that has been spectrum-spread to a plurality of sequences;

a plurality of matching filters that are placed on the sequences and designed to carry out an inverse spread process by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length;

an information speed judging device for judging the

speed of an information signal to be demodulated based upon an output information from the matching filters; and

a demodulation signal re-composing device for re-composing the demodulated signals on the sequences that  
5 have been demodulated in accordance with the information speed obtained by the information speed judging device to the original information signal.

[Claim 4] A spectrum spread communication device comprising:

an information signal re-composing device which, based  
10 upon both of or either of an information transmitting speed of an inputted information and radio transmitting environments, allocates the inputted information signal to a plurality of sequences;

a code generator having a changing means for timing  
15 and a cycle of spread code generation;

a spread modulator for spectrum-spreading the respective signals on the plurality of sequences by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length that have been generated by the  
20 code generator; and

means for adding the outputs of the plurality of sequences from the spread modulator.

[Claim 5] The spectrum spread communication device according to claim 4, wherein at least either of the number of sequences  
25 and the cycle of the spread codes to be used is made changeable

depending on the initial transmission time and the succeeding transmitting time of the input information.

[Claim 6] The spectrum spread communication device according to claim 4 or 5, wherein the spreading process is carried out by allowing the group of the spread codes to cycle so that at least adjacent spread codes are made different, on the basis of one cycle of the spread codes on each of the plurality of sequences, and the code generator is allowed to generate a spread sequence having kinds of spread codes as many as gold codes with the same code length or a spread sequence having more kinds of spread codes than M-sequence with the same code length.

[Claim 7] A spectrum spread communication device comprising:  
means for distributing a receiving signal that has been spectrum-spread to a plurality of sequences;

a plurality of matching filters that are placed on the sequences and designed to carry out an inverse spread process by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length;

an information speed judging device for judging the speed of an information signal to be demodulated based upon an output information from the matching filters; and

a demodulation signal re-composing device for re-composing the demodulated signals on the sequences that have been demodulated in accordance with the information

speed obtained by the information speed judging device to the original information signal

wherein at least either of the number of sequences and the cycle of the inverse spread codes to be used is made  
5 changeable depending on the receiving stand-by time and the data receiving time of the input information.

[Claim 8] The spectrum spread communication device according to claim 7, wherein, upon receipt of data, the inverse spreading process is carried out by allowing the group of  
10 the spread codes to cycle so that at least adjacent spread codes are made different, on the basis of one cycle of the spread codes on each of the plurality of sequences, and in this case, an inverse spread sequence is allowed to have kinds of spread codes as many as gold codes with the same  
15 code length or to have more kinds of spread codes than M-sequence with the same code length.

[Claim 9] A spectrum spread communication device comprising:  
transmitting means that includes:

an information signal re-composing device which, based  
20 upon both of or either of an information transmitting speed of an inputted information and radio transmitting environments, allocates the inputted information signal to a plurality of sequences;

a code generator having a changing means for timing  
25 and a cycle of spread code generation;

a spread modulator for spectrum-spreading the respective signals on the plurality of sequences by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length that have been generated by the  
5 code generator; and

means for adding the outputs of the plurality of sequences from the spread modulator, and

receiving side changing means that includes:

means for distributing a receiving signal that has  
10 been spectrum-spread to a plurality of sequences;

a plurality of matching filters that are placed on the sequences and designed to carry out an inverse spread process by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length;

15 an information speed judging device for judging the speed of an information signal to be demodulated based upon an output information from the matching filters; and

a demodulation signal re-composing device for re-composing the demodulated signals on the sequences that  
20 have been demodulated in accordance with the information speed obtained by the information speed judging device to the original information signal,

at least either of the number of sequences and the cycle of the inverse spread codes to be used being made  
25 changeable depending on the receiving stand-by time and the

data receiving time of the input information,

wherein the original signal is reproduced from the spectrum-spread signal transmitted from the transmission side.

5 [Claim 10] The spectrum spread communication device according to claim 9, further comprising a transmission-side changing means that is arranged so that at least either of the number of sequences and the cycle of the spread codes to be used is made changeable depending on the initial  
10 transmission time and the succeeding transmitting time of the input information.

[Claim 11] The spectrum spread communication device according to claim 9 or 10, wherein: the code generator is allowed to generate a spread sequence having kinds of spread  
15 codes as many as gold codes with the same code length or a spread sequence having more kinds of spread codes than M-sequence with the same code length, and the spread demodulator is designed so that the spreading process and the inverse spreading process are carried out by allowing  
20 the group of the spread codes generated by the code generator to cycle in such a manner that at least adjacent spread codes are made different, on the basis of one cycle of the spread codes on each of the plurality of sequences.

[Detailed Description of the Invention]

25 [0001]



[Industrial Field of the Invention] The present invention relates to a spectrum spread communication device which can effectively deals with information signals having different transmitting speeds, such as voice data and computer data,  
5 information having a large capacity like motion picture images, or high-speed real-time data having a large capacity.

[0002]

[Prior Art] In the field of cable communication, the packet communication technique has made it possible to supply  
10 computer data, etc. at different information speeds. For this reason, in the field of radio communication also, the corresponding development has been demanded by using the radio LAN, etc. In order to respond to this demand, conventionally, data has been transmitted at different  
15 transmission speeds by using a sequence in which the speed information is carried by a pilot signal.

[0003] In recent years, in the IS-95 sequence standardized in the U.S., until a coded signal has been decoded, the decoding process is carried out by using all the variable  
20 information speeds so as to judge the information speed. However, since the IS-95 sequence mainly deals with communications such as voice signals, its target information speed in the communication is as low as 10 kbps (bits per second), and high-speeds up to 10Mbps, which are required  
25 for real-time transmission for motion picture images, are

not taken into consideration.

[0004] Figs. 11 and 12 show schematic structures of a spectrum spread (SS) transmitter and a spectrum spread (SS) receiver in the IS-95 sequence. In the SS transmitter shown in Fig. 5 11, an information signal 411, which takes a different information speed depending on data source, is inputted to a coding and information-signal re-composing device 413. In the coding and information-signal re-composing device 413, the information signal 411 is encoded by an information 10 speed signal 412. Moreover, even when the information signal 411 has any information speed, the information speed signal 412 adds the information speed to control bits for each encoding cycle so that it is converted to have a common information speed that is higher than the greatest 15 information speed that can be taken by the information signal 411. Thereafter, in the information modulator 415, this is, for example, QPSK-modulated, and further spectrum-spread in a spread modulator 416 by a spread code generated by the spread code generator 414 to be formed into a transmission 20 signal 417.

[0005] Moreover, in the SS receiver shown in Fig. 12, the receiving signal 421 thus spectrum-spread is inputted to an inverse spread modulator 423 so that it is multiplied by the same spread code as the SS transmitter generated by 25 an inverse spread signal generator 422; thus, it is subjected

to an inverse spread process. Next, in the information demodulator 424, this is, for example, QPSK-demodulated, and inputted to a decoding and information speed judging device 425. In the decoding and information speed judging  
5 device 425, in order to judge the information speed of the information signal to be decoded, decoding processes corresponding to all the information speeds are repeated so that the information speed is judged. Then, a decoding process is carried out in accordance with an information  
10 speed thus judged. Consequently, the original information signal is obtained as a demodulated information signal 426. [0006] Here, originally, the receiving signal 421 is, for example, divided into four circuits in order to execute a RAKE receiving process; thus, by using the same spread code  
15 having different timing in generation in accordance with a delay time of the bus, the bus of each recording signal is inverse-spread so that the information is demodulated, and then synthesized; however, this arrangement is not shown in the Figure. Moreover, in order to deal with phasing, a  
20 two-branch antenna diversity process is carried out; however, this is not shown in the Figure. Furthermore, the band limitation and high-frequency (RF) portion are also omitted from the Figure.

[0007]

25 [Means to Solve the Problems] In the conventional SS

transmitter, in order to deal with information speeds up to approximately 10Mbps, the information modulator 415 always needs to modulate information at a speed as high as 10 Mbps. Moreover, in order to judge the information speed of an information signal to be decoded in the decoding and information speed judging device 425, the SS receiver repeats decoding processes corresponding to all the information speeds so as to judge the information speed. Therefore, as the variable range of information speed widens, the number of repetitions to be taken by the decoder to judge the information speed increases, thereby making it difficult to perform the decoding process. Moreover, in order to deal with the information speed up to approximately 10 Mbps, the information demodulator 424 also needs to always perform the demodulation process at a speed as high as 10 Mbps in the same manner as the information modulator 415 on the transmitting side.

[0008] In other words, in the SS transmitter of this type, after a common control bit is added for each coding cycle at the time of coding, it is necessary to make a change to a common information speed not less than the maximum information speed that can be taken for each of the information speeds. For this reason, as the maximum information speed that can be taken becomes higher, the information modulator always needs to modulate at higher speeds. Moreover, in the

SS receiver, when the maximum information speed that can be taken becomes higher, the information demodulator 424 always demodulate at higher speeds in the same manner as the information modulator 415. Moreover, when the number  
5 of the kinds of information speeds that can be taken increases, the processing time in the decoder increases due to repetitive decoding processes carried out so as to judge the information speed. Therefore, this sequence has a problem in which it is not suitable for applications that require high speeds  
10 while taking many kinds of information speeds.

[0009] Moreover, in the IS-95 sequence, since a partial correlation process is performed in upward lines, it is susceptible to degradation due to the mutual correlation, and the circuit is subjected to a great load due to an increase  
15 in the number of kinds of data speeds that can be taken. Therefore, these cause more strict requirements for the encoding section and decoding section. Moreover, in the case of cyclic codes that are highly estimated in the M list as general PN codes, the number of the kinds of spread codes  
20 is very small as compared with the number of spread codes; therefore, it can be said that unsuitable spread codes are used in the case of the application for the CDMA (CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS) with high-speed user bit rates up to approximately 10 Mbps in outdoor environments.

25 [0010] Therefore, one of the objects of the present invention

is to provide a spectrum communication device which does not have to perform modem processes at higher speeds even when the information speed becomes higher, can transmit high-quality information at the time when the information speed drops, and allows the decoder to carry out a decoding process only at a desired information speed. Moreover, another object of the present invention is to provide a spectrum communication device which makes it possible to separate delay waves, and also to compose these, and allows an unspecified number of users to carry out high-speed communications without the need of an unnecessary increase in the chip rate.

[0011]

[Means to Solve the Problems] In order to achieve the above-mentioned objects, a spectrum spread communication device on the transmitting side in accordance with the present invention is provided with: an information signal re-composing device for allocating an inputted information signal to a plurality of sequences that are set to a predetermined speed based upon an information speed signal of the inputted information signal; a code generator for changing timing and a cycle in which a spread code is generated in accordance with the information speed signal; a spread modulator for spectrum-spreading the respective signals on the plurality of sequences by using mutually different spread

codes having the same code speed and the same code length that have been generated by the code generator; and means for adding the outputs of the plurality of sequences from the spread modulator.

5 [0012] Moreover, in order to achieve the above-mentioned objects, a spectrum spread communication device on the receiving side in accordance with the present invention is provided with: means for distributing a receiving signal that has been spectrum-spread to a plurality of sequences;  
10 a plurality of matching filters that are placed on the sequences and designed to carry out an inverse spread process by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length; an information speed judging device for judging the speed of an information signal  
15 to be demodulated based upon an output information from the matching filters; and a demodulation signal re-composing device for re-composing the demodulated signals on the sequences that have been demodulated in accordance with the information speed obtained by the information speed judging  
20 device to the original information signal. Further, the spectrum spread communication device of the present invention may comprise means of the transmitting side and receiving side together.

[0013] In accordance with the present invention having such  
25 arrangements, in the transmitter of the spectrum spread

communication device, an inputted information signal is allocated to a plurality of sequences that are set to a predetermined speed based upon an information speed signal of the inputted information signal so that the respective  
5 signals on the plurality of sequences are spectrum-spread by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length; therefore, since it is not necessary to add common control bits for each of the encoding cycle, and since it is not necessary for the  
10 information modulator to modulate at a speed not less than the maximum information speed that can be taken, the information modulation speed in the information modulator can be lowered, and the circuit in the information modulator can be simplified. Moreover, when the information speed is  
15 lowered, it is possible to transmit information with high quality.

[0014] Moreover, in the spectrum spread receiver, the received signal is distributed to a plurality of sequences, and in each of the sequences, is subjected to an inverse  
20 spread process by using mutually different inverse spread codes having the same code speed and the same code length, and based upon the output information, the speed of the information signal to be demodulated is instantaneously judged among some information speeds, and by using the  
25 resulting speed information, the demodulated signals on the



plurality of sequences are re-composed on the same sequence;  
therefore, since it is not necessary to demodulate at a speed  
not less than the maximum information speed that can be taken,  
and since it is not necessary to judge the speed information  
5 in the decoder, the information demodulating speed in the  
information demodulator is lowered, the decoding time in  
the decoder is shortened, and the circuits of the information  
demodulator and the decoder can be simplified. Moreover,  
when the information speed is lowered, it is possible to  
10 decode information with high quality.

[0015] Moreover, in order to achieve the other object of  
the present invention, another spectrum spread communication  
device on the transmitting side of the present invention  
is provided with: an information signal re-composing device  
15 for allocating an inputted information signal to a plurality  
of sequences that are set to a predetermined speed based  
upon information speed signal of the inputted information  
signal; a code generator for changing timing and a cycle  
in which a spread code is generated in accordance with the  
20 information speed signal; a spread modulator for  
spectrum-spreading the respective signals on the plurality  
of sequences by using different spread codes having the same  
code speed and the same code length that have been generated  
by the code generator; and transmitting means for adding  
25 the outputs of the plurality of sequences from the spread

modulator so as to output the resulting signal. Moreover,  
still another spectrum spread communication device on the  
transmitting side of the present invention may be arranged  
so that at least either of the number of sequences and the  
5 cycle of the spread codes to be used is made changeable  
depending on the initial transmission time and the succeeding  
transmitting time of the input information. Furthermore,  
still another spectrum spread communication device on the  
transmitting side may be provided with a code generator that  
10 is allowed to generate a spread sequence having kinds of  
spread codes as many as gold codes with the same code length  
or a spread sequence having more kinds of spread codes than  
M-sequence with the same code length.

[0016] Moreover, in order to achieve another object of the  
15 present invention, still another spectrum spread  
communication device is provided with: means for  
distributing a receiving signal that has been  
spectrum-spread to a plurality of sequences; a plurality  
of matching filters that are placed on the sequences and  
20 designed to carry out an inverse spread process by using  
mutually different inverse spread codes having the same code  
speed and the same code length; an information speed judging  
device for judging the speed of an information signal to  
be demodulated based upon an output information from the  
25 matching filters; and a demodulation signal re-composing

device for re-composing the demodulated signals on the sequences that have been demodulated in accordance with the information speed obtained by the information speed judging device to the original information signal, and in this  
5 arrangement, at least either of the number of sequences and the cycle of the inverse spread codes to be used is made changeable depending on the receiving stand-by time and the data receiving time of the input information.

[0017] Moreover, another spectrum spread communication  
10 device of the present invention on the receiving side may have an arrangement in which, upon receipt of data, the inverse spreading process is carried out by allowing the group of the spread codes to cycle so that at least adjacent spread codes are made different, on the basis of one cycle of the  
15 spread codes on each of the plurality of sequences, and in this case, an inverse spread sequence is allowed to have kinds of spread codes as many as gold codes with the same code length or to have more kinds of spread codes than M-sequence with the same code length. Additionally, in still  
20 another spectrum spread communication device of the present invention, both of the above-mentioned means on the transmitting side and means on the receiving side may be installed.

[0018] In accordance with another invention as described  
25 above, it is possible to realize a spectrum spread

communication device which can be used even under transmission environments having a delay wave and is suitable for the CDMA communication that can improve the probability of the initial synchronization at the time of receiving.

5 Moreover, since the inverse spreading process is carried out by allowing the group of the spread codes to cycle so that at least adjacent spread codes are made different, on the basis of one cycle of the spread codes on each of the plurality of sequences, it becomes possible to separate delay

10 waves exceeding one cycle of the spread codes and further to compose the waves, and since the spread codes are provided as a spread sequence that has kinds of spread codes as many as gold codes with the same code length or a spread sequence that has more kinds of spread codes than M-sequence with

15 the same code length, it is possible to provide a spectrum spread communication device that is suitable for the CDMA communication that can be used by a number of unspecified users under transmission environments that are susceptible to delay waves.

20 [0019]

[Preferred Embodiments of the Invention] Referring to Figures, the following description will discuss the first embodiment of a spectrum spread communication device in accordance with the present invention. Fig. 1 shows one

25 example of the construction of a spectrum spread transmitter

in accordance with a first embodiment of the spectrum spread communication device of the present invention. In this Figure, an information signal 811 is encoded by an encoder 813 by using an information speed signal 812. The encoded  
5 information signal 811 is inputted to an information signal re-composing device 814, and after having been converted to an information signal having the same speed by the information speed signal 812, this is allocated to k-number of sequences. The information signals thus allocated are  
10 inputted to a spread modulator 817 where they are spectrum-spread by being respectively multiplied by spread codes PN1 to PNk that are generated by a spread code generator 816 that changes the timing of generation and the cycle of spread codes based upon the information speed signal 812.  
15 In this case, the code speed (chip rate) of the spread codes PN1 to PNk is the same, and the spread codes are made mutually different with the same code length. Here, k is a positive integer.

[0020] The k-number of information signals that have been  
20 spectrum-spread by the spread modulator 817 are modulated in an information modulator 815 based upon a predetermined modulation sequence such as the DBPSK modulation, QPSK modulation or offset QPSK modulation, etc. In other words, the modulation is carried out on a u-bit basis. Here, u is  
25 a positive integer, and in the case of the BPSK modulation,

this is equal to 1, and in the case of the QPSK modulation, this is equal to 2. Then, the k-number of signals, modulated in the information modulator 815, are added in an adder to form a transmission signal 818.

5 [0021] Fig. 2(a) shows a signal format of the information signal 811 whose information speed is changed in accordance with a data source in the spectrum spread transmitter arranged as described above, and Fig. 2(b) shows a signal format of a transmission signal 818. Here, for convenience of  
10 explanation, it is supposed that the modulation sequence of the information modulator 815 is the BPSK modulation sequence, that is,  $u = 1$ , and the spread code generator 816 generates three kinds of spread codes PN1 to PNk, that is, PN1, PN2 and PN3. Moreover, the cycle of the spread codes  
15 PN1, PN2 and PN3 are set to  $\tau$  (sec.). Here, since the modulation sequence of an information signal  $a_i$  is set to the BPSK modulation, this forms an information signal of 1 (bit). Here,  $i$  is a positive integer.

[0022] In Fig. 2(a), state 1 shows a case in which information  
20 signals  $a_1, a_2, \dots, a_{17}, a_{18}$  are set to have the greatest information speed  $3/\tau$  (bps) of an image signal, etc. In this case, the speed of the inputted information signal is set to 3 times as fast as the information speed that has been allocated in the information signal re-composing device  
25 814; therefore, this is allocated to three sequences. This

allocation is made as follows: information signals  $a_1, a_4, a_7 \dots$  derived from the information signal  $a_i$  whose  $i$  is represented by  $3m + 1$  (where  $m$  represents  $0, 1, 2, \dots$ ) are allocated to a first sequence; information signals  $a_2, a_5, a_8 \dots$  derived from the information signal  $a_i$  whose  $i$  is represented by  $3m + 2$  are allocated to a second sequence; and information signals  $a_3, a_6, a_9 \dots$  derived from the information signal  $a_i$  whose  $i$  is represented by  $3(m + 1)$  are allocated to a third sequence. Here, the speed of the respective information signals of the three sequences thus allocated is set to a common speed of  $1/\tau$  (bps) that is a speed of  $1/3$  of the original speed.

[0023] In this manner, the information signals, which have been allocated to the three sequences in the information signal re-composing device 814, are respectively spectrum-spread in the spread modulator 817, and further respectively BPSK-modulated in the information modulator 815. Here, in the spread modulator 817, the information signals  $a_1, a_4, a_7 \dots$  of the first sequence are subjected to spectrum spread processes by the spread codes PN1, the information signals  $a_2, a_5, a_8 \dots$  of the second sequence are subjected to spectrum spread processes by the spread codes PN2, and the information signals  $a_3, a_6, a_9 \dots$  of the third sequence are subjected to spectrum spread processes by the spread codes PN3. Thus, transmission signals of the three

sequences as shown in state 1 of Fig. 2(b) are obtained. These transmission signals of the three sequences are added, and transmitted as a transmission signal 818.

[0024] State 2 shows a case in which information signals  
5 a1, a2, a3, a4 ... are set to have an information speed of  $2/\tau$  (bps). In this case, the speed of the inputted information signal is set to 2 times as fast as the information speed that has been allocated in the information signal re-composing device 814; therefore, this is allocated to  
10 two sequences. This allocation is made as follows: information signals a1, a3, a5 ... derived from the information signal  $a_i$  whose  $i$  is represented by an odd number are allocated to a first sequence; and information signals a2, a4, a6 ... derived from the information signal  $a_i$  whose  $i$  is represented  
15 by an even number are allocated to a second sequence. Here, the speed of the respective information signals of the two sequences thus allocated is set to a common speed of  $1/\tau$  (bps) that is a speed of 1/2 of the original speed.

[0025] In this manner, the information signals, which have  
20 been allocated to the two sequences in the information signal re-composing device 814, are respectively spectrum-spread in the spread modulator 817, and further respectively BPSK-modulated in the information modulator 815. Here, in the spread modulator 817, the information signals a1, a3,  
25 a5 ... of the first sequence are subjected to spectrum spread



processes by the spread codes PN1, and the information signals a2, a4, a6 ... of the second sequence are subjected to spectrum spread processes by the spread codes PN2. In this case, the spread code PN3 is not used. Thus, transmission signals of the two sequences as shown in state 2 of Fig. 2 (b) are obtained. These transmission signals of the two sequences are added, and transmitted as a transmission signal 818.

[0026] State 3 shows a case in which information signals a1, a2, a3, a4 ... are set to have an information speed of  $1/\tau$  (bps). In this case, the speed of the information signal is equal to the speed outputted by the information signal re-composing device 814; therefore, these signals, as they are, are outputted as information signals of the single sequence. The information signals of the first sequence, released from the information signal re-composing device 814, are respectively spectrum-spread in the spread modulator 817, and further respectively BPSK-modulated in the information modulator 815. Here, in the spread modulator 817, the information signals a1, a2, a3 ... of the first sequence are subjected to spectrum spread processes by the spread codes PN1. In this case, the spread codes PN2 and PN3 are not used. Thus, transmission signals of the single sequence as shown in state 3 of Fig. 2 (b) are obtained, and transmitted as a transmission signal 818.

[0027] State 4 shows a case in which information signals

a1, a2, a3 ... are set to have an information speed of  $1/2$   
 $\tau$  (bps). In this case, the speed of the information signal  
is  $1/2$  of the speed outputted by the information signal  
re-composing device 814; therefore, the information signal  
5 a1 is outputted as the first sequence during an odd-numbered  
period for every  $\tau$ , and is also outputted as the second  
sequence during an even-numbered period for every  $\tau$ . The  
outputted information signal a1 of the first sequence and  
the second sequence having the same contents are  
10 spectrum-spread in the spread modulator 817, and further  
BPSK-modulated in the information modulator 815. Here, the  
speed of the information signals of the two sequence,  
outputted from the information signal re-composing device  
814, are set to have a common speed of  $1/\tau$  (bps) that is two  
15 times as fast as the original signal.

[0028] Moreover, in the spread modulator 817, the information  
signals a1, a2, a3 ... of the first sequence are spectrum-spread  
by the spread codes PN1, and the information signals a1,  
a2, a3 ... of the second sequence are spectrum-spread by the  
20 spread codes PN2. In this case, the spread code PN3 is not  
used. Thus, the transmission signals of two sequences, as  
shown in state 4 of Fig. 2(b), are obtained. The transmission  
signals of the two sequences are added, and transmitted as  
a transmission signal 818. In this manner, the transmission  
25 signal 818 is formed as follows: the two sequences are spread

by the spread code PN1 and PN2, each having an interval of  $2\tau$  (sec.) with a time difference of  $\tau$  (sec.), that is, a time difference of one cycle of the spread code, and these two sequences are added.

5 [0029] State 5 shows a case in which information signals  $a_1, a_2, \dots$  are set to have an information speed of  $1/3\tau$  (bps). In this case, the information speed is set to  $1/3$  of the speed of the information signal outputted from the information signal re-composing device 814; therefore, the  
10 information signal  $a_i$  is outputted as the first sequence during the first  $\tau$  period of the  $3\tau$  cycle, the information signal  $a_i$  is outputted as the second sequence during the second  $\tau$  period of the  $3\tau$  cycle, and the information signal  $a_i$  is also outputted as the third sequence during the third  
15  $\tau$  period of the  $3\tau$  cycle. The outputted information signal  $a_i$  of the three sequences of the first to third sequences having the same contents are spectrum-spread in the spread modulator 817, and further BPSK-modulated in the information modulator 815. Here, the speed of the information signals  
20 of the three sequences, outputted from the information signal re-composing device 114, are set to have a common speed of  $1/\tau$  (bps) that is three times as fast as the original signal. [0030] Moreover, in the spread modulator 817, the information signals  $a_1, a_2, a_3 \dots$  of the first sequence are spectrum spread  
25 by the spread code PN1, the information signals  $a_1, a_2, a_3$

... of the second sequence are spectrum spread by the spread code PN2, and the information signals  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  ... of the third sequence are spectrum spread by the spread code PN3. Thus, the transmission signals of the three sequences, as shown in state 5 of Fig. 2(b), are obtained. The transmission signals of the three sequences are added, and outputted as a transmission signal 818. In this manner, the transmission signal 818 is formed as follows: the three sequences are spread by the spread codes PN1, PN2 and PN3, each having an interval of  $3\tau$  (sec.) with a time difference of  $\tau$  (sec.), that is, a time difference of one cycle of the spread code, and these three sequences are added.

[0031] As described above, the three kinds of the spread codes, respectively constituted by mutually different codes, having the same code length with the same code speed (chip rate), are used so that spectrum spread transmitting processes of the information signals having different speeds of five kinds are available. Here, the explanation has been given of the case in which the three kinds of spread codes are used; however, in the same manner, in the case of  $k$ -number of spread codes, information signals having information speeds of  $(2k - 1)$  kinds can be transmitted. Here,  $k$  is an integer not less than 2. In this case, when the speed of the inputted information signal from a data source has a high speed, the information speed is lowered so that the

transmission is made in parallel by using a plurality of sequences. Moreover, when the speed of the inputted information signal from a data source has a low speed, the information speed is raised so that the information signals  
5 of the same contents are transmitted in parallel by using a plurality of sequences. Therefore, pieces of information ranging from high-speed to low-speed can be transmitted by using a transmission path of the same band can be transmitted, and in the case of the low-speed information, a high-quality  
10 transmission process is available.

[0032] Next, Fig. 3 shows one example of the construction of a spectrum spread receiver in the spectrum spread communication device of the present invention. In this Figure, a received signal 821 is inputted to an inverse spread  
15 modulator 822 in which an inverse spread process is carried out. In this case, in the inverse spread modulator 822, the inverse spread process is carried out in k-number of matching filter 1 to matching filter k that carry out inverse spread processes corresponding to spread codes of a plurality of  
20 sequences at the time of transmission. Here, with respect to the matching filters 1 to k, those asynchronous filters that can instantaneously obtain their outputs, such as SAW (Surface Acoustic Wave) matching filers and digital matching filters, are used.

25 [0033] The received signals of a plurality of sequences that

have been inverse spread from the inverse spread modulator 822 are inputted to an information signal speed judging device 823 at which the speed of each received signal is judged. The speed information signal 824, judged in the information  
5 signal speed judging device 823, are supplied to an information demodulator 825, a decoded signal re-composing device 826 and a decoder 827. In the information demodulator 825, in accordance with the speed information signal 824, a demodulation process corresponding to the modulation  
10 sequence used in the information modulator 815 of the transmitter is carried out in the sequences having signals to be demodulated. These demodulated signals are inputted to the demodulated signal re-composing device 826 as temporary demodulated signal 1, temporary demodulated signal  
15 2, ..., temporary demodulated signal k of the plurality of sequences. In the demodulated signal re-composing device 826, based upon the speed information signal 824, the temporary demodulated signals of k-number of sequences are re-composed on the same sequences. Next, in the decoder 827,  
20 decoding operations are carried out based upon the speed information signal 824.

[0034] Fig. 4 is a timing chart that shows the operation of a spectrum spread receiver having the above-mentioned structure. Here, Fig. 4 shows a timing chart in the case  
25 of the same conditions as the above-mentioned Fig. 2.

Moreover, since the kinds of the spread codes on the transmission side are three kinds, the matching filters of three kinds (matching filter 1, matching filter 2 and matching filter 3) are provided.

5 [0035] State 1 shows a case in which an information signal having a maximum information speed  $3/\tau$  (bps) is transmitted. An inverse spread signal is outputted from the matching filter 1 with an interval of  $\tau$  (sec.) that is one cycle of the spread code, and at the same time, inverse spread signals are  
10 outputted from the matching filter 2 and matching filter 3. In this manner, the inverse spread signals of the three sequences, outputted at the same time, are inputted to the information signal speed judging device 823 so that it is instantaneously judged that the information speed is  $3/\tau$  (bps). The inverse spread signals of the three sequences,  
15 outputted from the inverse spread modulator 822, are inputted to an information demodulator 825 at which based upon the information speed signal 824 thus judged, they are BPSK-demodulated. The demodulated temporary demodulation  
20 signals 1, 2 and 3 of the three sequences are inputted to the demodulation signal re-composing device 826, and arranged in the order of the temporary demodulation signal 1, temporary demodulation signal 2 and temporary demodulation signal 3 on the single time series with an  
25 interval of  $\tau/3$  (sec.) so that information signals having

information speeds of  $3/\tau$  (bps) are demodulated.

[0036] In this manner, the information signals transmitted in the plurality of sequences are re-arranged in the order of the original information signals, that is,  $a_i, a_i + 1,$

5 ... The demodulated signals, which have been re-arranged to one sequence, are subjected to decoding processes based upon the information speed signal 824 in the decoder 827; thus, the original information signal is reproduced as a demodulated information signal 828.

10 [0037] State 2 shows a case in which an information signal having an information speed  $2/\tau$  (bps) is transmitted. An inverse spread signal is outputted from the matching filter 1 with an interval of  $\tau$  (sec.), and at the same time, an inverse spread signal is outputted from the matching filter 2.

15 However, no output is given from the matching filter 3. In this manner, the inverse spread signals of the two sequences, outputted at the same time, are inputted to the information signal speed judging device 823 so that it is instantaneously judged that the information speed is  $2/\tau$  (bps). The inverse  
20 spread signals of the two sequences, outputted from the inverse spread modulator 822, are inputted to an information demodulator 825 at which based upon the information speed signal 824 thus judged, they are BPSK-demodulated. The demodulated temporary demodulation signals 1 and 2 of the  
25 two sequences are inputted to the demodulation signal



re-composing device 826, and arranged in the order of the temporary demodulation signal 1 and temporary demodulation signal 2 on the single time series with an interval of  $\tau/2$  (sec.) so that information signals having information speeds of  $2/\tau$  (bps) are demodulated.

[0038] In this manner, the information signals transmitted in the plurality of sequences are re-arranged in the order of the original information signals, that is,  $a_i, a_{i+1}, \dots$ . The demodulated signals, which have been re-arranged to one sequence, are subjected to decoding processes based upon the information speed signal 824 in the decoder 827; thus, the original information signal is reproduced as a demodulated information signal 828.

[0039] State 3 shows a case in which an information signal having an information speed  $1/\tau$  (bps) is transmitted. An inverse spread signal is outputted from the matching filter 1 with an interval of  $\tau$  (sec.); however, no outputs are given from the matching filter 2 and matching filter 3. In this manner, the inverse spread signal outputted from only one sequence is inputted to the information signal speed judging device 823 so that it is instantaneously judged that the information speed is  $1/\tau$  (bps). The inverse spread signal of the single sequence, outputted from the inverse spread modulator 822, is inputted to an information demodulator 825 at which based upon the information speed signal 824.

thus judged, it is BPSK-demodulated. The demodulated temporary demodulation signals 1 of the single sequence is inputted to the demodulation signal re-composing device 826, and outputted as it is so that an information signal having  
5 an information speed of  $1/\tau$  (bps) is demodulated. This demodulated signal is subjected to a decoding process based upon the information speed signal 824 in the decoder 827; thus, the original information signal is reproduced as a demodulated information signal 828.

10 [0040] State 4 shows a case in which an information signal having an information speed  $1/2\tau$  (bps) is transmitted. An inverse spread signal is outputted from the matching filter 1 with an interval of  $2\tau$  (sec.), and an inverse spread signal having an interval of  $2\tau$  (sec.) with an offset of  $\tau$  (sec.)  
15 is outputted from the matching filter 2. However, no output is given from the matching filter 3. In this manner, the outputted inverse spread signals are inputted to the information signal speed judging device 823 so that it is instantaneously judged that the information speed is  $1/2$   
20  $\tau$  (bps).

[0041] The inverse spread signals of the two sequences, outputted from the inverse spread modulator 822, are inputted to an information demodulator 825 at which based upon the information speed signal 824 thus judged, they are  
25 BPSK-demodulated. The demodulated temporary demodulation

signals 1 and 2 of the two sequences are inputted to the demodulation signal re-composing device 826, and the temporary demodulation signals of the two sequences are composed so that the information signal having an information  
5 speed of  $1/2 \tau$  (bps) is demodulated. The demodulated signal thus composed is subjected to a decoding process based upon the information speed signal 824 in the decoder 827 so that the original information signal is reproduced as a demodulated information signal 828.

10 [0042] State 5 shows a case in which an information signal having an information speed  $1/3 \tau$  (bps) is transmitted. An inverse spread signal is outputted from the matching filter 1 with an interval of  $3 \tau$  (sec.), and an inverse spread signal having an interval of  $3 \tau$  (sec.) with an offset of  $\tau$  (sec.)  
15 is outputted from the matching filter 2. Moreover, an inverse spread signal having an interval of  $3 \tau$  (sec.) that is further offset by  $\tau$  (sec.) is outputted from the matching filter 3. In this manner, the outputted inverse spread signals are inputted to the information signal speed judging device 823  
20 so that it is instantaneously judged that the information speed is  $1/3 \tau$  (bps).

[0043] The inverse spread signals of the three sequences, outputted from the inverse spread modulator 822, are inputted to an information demodulator 825 at which based upon the  
25 information speed signal 824 thus judged, they are

BPSK-demodulated. The demodulated temporary demodulation signals 1, 2 and 3 of the three sequences are inputted to the demodulation signal re-composing device 826, and the temporary demodulation signals of the three sequences are  
5 composed so that the information signal having an information speed of  $1/3 \tau$  (bps) is demodulated. The demodulated signal thus composed is subjected to a decoding process based upon the information speed signal 824 in the decoder 827 so that the original information signal is reproduced as a  
10 demodulated information signal 828. In this manner, the matching filters 1, 2 and 3 of the three kinds are used so that information signals having five kinds of different information speeds can be demodulated. In the same manner, by using k-kinds of matching filters, information signals  
15 having  $2k - 1$  kinds of information speeds can be received. Here, k is an integer not less than 2.

[0044] In the spectrum spread communication device, the spectrum spread transmitter and the spectrum spread receiver are arranged in such a manner that it is possible to carry  
20 out a spectrum spread communication by using information signals that can take different information speeds, without the needs of transmitting the speed information as a pilot signal, of processing the information having a speed not less than the highest information speed that can be taken  
25 by the information modulator and information demodulator,

and of carrying out a decoding process in the decoder while judging the information speed.

[0045] Here, the spectrum spread communication device as described above is mainly used for high-speed spectrum spread communication in room environments, and when the information speed forming a reference (hereinafter, referred to as reference information speed) is raised to a high speed, or when the device is used outdoors, a great delay wave exceeding one cycle of the spread code might arrive. Referring to Fig. 5, an explanation will be given of this case; and, for convenience of explanation, the following description will exemplify a case of state 5, shown in Fig. 4 that is least susceptible to the influences from a delay wave. In the case of no influences from a delay wave, outputs are generated in the matching filters with the transmitted intervals as shown in state 5. However, in the case when the reference information speed is low, since multi paths actually exist, a plurality of outputs are generated, as shown in case A in which delay waves of Fig. 5 are taken into consideration. In such a case, since the delay waves are located within one cycle  $\tau$  (sec.), it is possible to separate the respective delay waves and to compose them.

[0046] Next, the case in which the reference information speed is high or in which a great delay wave exceeding one cycle  $\tau$  (sec.) of the spread code arrives due to the outdoor

application of the device, is shown as case B in Fig. 5, which takes the multi-paths into consideration. In this case, although the delay wave arrives, exceeding one cycle  $\tau$  (sec.) of the spread code, the delay wave is located within  $3\tau$  (sec.); therefore, in the case of state 5, since the spread codes of the respective sequences do not overlap each other, it is possible to separate and compose these. However, under the radio transmission environments in which a great delay wave arrives exceeding one cycle  $\tau$  (sec.) of the spread code, since the delay wave overlaps the next information signal as shown in state 1 to state 3 of Fig. 4, it is not possible to separate this. Moreover, if the great delay wave exceeds  $2\tau$  (sec.), the separation becomes impossible even in state 4, and if it exceeds  $3\tau$  (sec.), the separation becomes impossible in all the states. (Hereinafter, the transmission method of states 1 to 3 in Fig. 4 is referred to as simple parallel transmission, and the transmission method of states 4 and 5 is referred to as re-sending type transmission.) [0047] A method to solve the above-mentioned problems has been proposed in the Spring National Seminar A-217, in 1996, etc. In this method, in order to make it possible to separate the delay wave exceeding one cycle of the spread code, the PN code is changed for each cycle of the spread code, and is allowed to cycle for each N-cycles; thus, the cyclic code for allowing the separation of the delay wave has been proposed.

This method makes it possible to separate the delay wave at the time of high-speed transmission; however, when the M-series and orthogonal M-series, which form general PN codes, are used, only the spread codes of approximately 630 kinds are obtained even at the time of the application of 13th-order series, resulting in a failure to obtain sufficient kinds of spread codes to be applied to the CDMA sequence. Moreover, in the case of the application of the 17th-order series, approximately 7710 kinds of spread codes are obtained; however, the code length becomes 131071. Therefore, when an attempt is made to achieve the user rate 10 Mbps, the code speed has to be increased beyond reality, or not a matching filter, but a sliding correlator, which has a difficulty in providing instantaneous outputs, needs to be adopted from the viewpoint of the circuit scale.

[0048] Furthermore, when the number of multiplex divisions is increased so as to suppress the code speed, more kinds of spread codes are required, causing a great circuit scale and an extremely high process. In this manner, any PN codes are not necessarily used in an attempt to apply them not only indoors but also outdoors, and it is necessary to use spread codes that are suitable for the CDMA communication used indoors as well as outdoors. Moreover, in the case of the re-sending type transmission, since the spread code is not sent for each cycle in each series, the probability of

detection tends to deteriorate at the time of the initial synchronization detection.

[0049] In order to solve the above-mentioned problems, in the second embodiment of the spectrum spread communication device of the present invention, the spread code is changed for each cycle, and allowed to cycle for every N-cycles, and depending not only on the information speed of the input information signal, but on the radio transmission environments, the processes taken after the information signal re-composing section are altered. Moreover, at the transmission start time as well as the data transmission time, both of the number of spread codes and cycle, or either one of them is changed. Thus, even when there is a great delay, the device becomes applicable, and makes it possible to improve the probability of initial synchronization upon receiving. Moreover, in the second embodiment of the spectrum spread communication device of the present invention, the spread codes are made from gold codes, orthogonal gold codes, bulk codes, orthogonal bulk codes, or codes that are made from a spread sequence having kinds of spread codes as many as gold codes with the same code length or a spread sequence having more kinds of spread codes than M-sequence with the same code length, such as codes of respective rows on the M-plane that are two-dimensional cyclic codes constituted by two-dimensional shift registers



and rearrangements of sequences having long cycles; thus, the device becomes suitable for the CDMA communication that can be used indoors as well as outdoors by a number of unspecified users.

5 [0050] Next, referring to Figs. 6 to 10, the following description will discuss the second embodiment of a spectrum spread communication device in accordance with the present invention. Fig. 6 is a block diagram that shows one example of the construction of a spectrum spread transmitter in the  
10 spectrum spread communication device of the present invention, Fig. 7 is a circuit diagram that shows one example of the construction of a spread code generator for generating gold codes, Fig. 8 is a circuit diagram that shows one example of the construction of a spread code generator for generating  
15 orthogonal gold codes, Fig. 9 is a drawing that shows a state of a transmission signal with respect to an inputted information signal, and Fig. 10 is a block diagram that shows one example of the construction of a spectrum spread receiver in the spectrum spread communication device of the present  
20 invention.

[0051] In Fig. 1, an information signal 111 is inputted to an information signal re-composing device 114, and the inputted information signal 111 is allocated to k-number of sequences in accordance with both of the information speed  
25 and radio transmission environments or either one of them.

Here, the speed of the information signal in each sequence is set to a reference information speed at the same speed. Here, the information signals, allocated to sequence 1 to sequence k, are encoded by encoders 115 respectively. Next, 5 in a spread modulator 117, the information signals of the respective sequences are spectrum-spread by using mutually different spread codes PN1 to PNk having the same code speed (chip rate) and the same code length that are generated from a spread code generator 116 having an alternating means for 10 alternating the generation timing and the cycle, by using the information speed signal 112 and the initial communication signal 113. Here, k is a positive integer. [0052] Then, the information signals, thus spectrum spread, are modulated in an information modulator 118 on a basis 15 of u-bit by using a predetermined modulation method such as the DBPSK modulation, QPSK modulation, or offset QPSK modulation. Here, u is a positive integer, which is 1 in the case of the BPSK modulation, and is 2 in the case of the QPSK modulation. Here, the encoders 115 may be pre-set 20 with respect the information signal re-composer 114 so as to carry out encoding processes by taking the re-composition of the information signal into consideration. [0053] Here, at the time of the transmission start, in order to improve the initial synchronization probability, the 25 processes of the information signal re-composing section

114, the encoding section 115, the spread code generator 116, the information modulator 118, etc. are changed from those processes at the time of data transmission. The signal used for this purpose is an initial communication signal 113, and this initial communication signal 113 may be formed by an initial communication signal on the spectrum spread receiver side that is provided together with the spectrum spread transmitter. Moreover, the initial communication signal, sent together with the information signal, may be used, or the initial communication signal generated on the transmitter side may be used. Moreover, a signal, formed by adding the state of the radio transmission detected on the receiver side to the initial communication signal, may be used so as to make the alteration at the time of the transmission start. Moreover, if preliminarily defined, the initial communication signal may be interpolated between continuous information signals, and in this case in the same manner as the transmission stand-by time, the receiving side is altered.

[0054] Moreover, the spread code generator 116 is allowed to generate gold codes, orthogonal gold codes, bulk codes, orthogonal bulk codes, which are comparatively good at self-correlation and mutual correlation, or codes that are made from a spread sequence having kinds of spread codes as many as gold codes with the same code length or a spread

sequence having more kinds of spread codes than M-sequence with the same code length, such as codes of respective rows on the M-plane that are two-dimensional cyclic codes constituted by two-dimensional shift registers and rearrangements of sequences having long cycles. The circuit shown in Fig. 7 is a generally-used generation circuit for gold codes, and as shown in the Figure, this circuit is constituted by two pairs of shift registers SR1, SR2, and modulo-2 adders MOD-1, MOD-2 for adding predetermined tap outputs from the shift registers SR1, SR2. These two pairs of shift registers SR1, SR2 generate respectively different M-series codes, and the M-series codes thus generated are added by the modulo-2 adder MOD-3 so that gold codes are generated.

[0055] Moreover, Fig. 8 shows one example of a circuit for generating an orthogonal gold sequence. In this orthogonal gold series generation circuit, two PN series generator 1 and PN series generator 2, made of shift registers for respectively generate M-sequences, are allowed to have data holding functions, and a data holding process for each one-chip time is carried out by using first timing signal (Timing) 1 every  $2n$  cycles. The output sequences of the two PN series generator 1 and PN series generator 2 are subjected to an addition of modulo 2 in an exclusive OR (XOR1), and the portion subjected to the data hold is outputted by the

second timing signal (Timing 2) in an AND circuit (AND1).  
Thus, the gold code having a code length of  $2n - 1$  is formed  
into an orthogonal gold code having a code length of  $2n$ .  
Here, the circuit shown in Figs. 7 and 8 is only one example,  
5 and the present invention is not intended to be limited by  
this. Moreover, not limited to the two pairs of the shift  
registers, three pairs thereof may be used so that the bulk  
codes or orthogonal bulk codes are made to have comparatively  
good mutual correlation and self-correlation, and the kinds  
10 of codes may be further increased.

[0056] Here, in the M-series and the orthogonal M-series,  
even when 15th-order sequence is used, only 1800 kinds of  
sequences are obtained and the code length is as long as  
32767. For this reason, when the user rate is increased,  
15 the code speed has to be made faster. Therefore, in order  
to maintain sufficient kinds of codes that are practically  
used, the circuit scale becomes extremely bulky, and  
high-speed processes are also required. In contrast, for  
example, when gold codes or orthogonal gold codes are used,  
20 by using the 11th-order sequence, 2047 kinds of codes are  
generated, and when the bulk codes, the orthogonal bulk codes,  
etc. are used, the kinds of usable codes are further increased,  
without lengthening the code length. As a result, this effect  
makes it possible to reduce the circuit scale.

25 [0057] Moreover, it is possible to provide a spectrum spread

transmitter that is suitable for CDMA regardless of indoor and outdoor uses. Furthermore, in the second embodiment of the spectrum spread communication device of the present invention, in order to allow separation of delay waves, as will be described later, a plurality of spread codes are used while allowing them to cycle on one sequence, with the result that a number of spread codes are required. In this case also, since the above-mentioned kinds of codes for the spread codes provides sufficient codes in number, it is possible to form desirable spread codes.

[0058] Next, Fig. 9(a) shows the signal form of the information signal 111 in which the information speed is changed in accordance with radio transmission environments and data sources in the spectrum spread transmitter shown in Fig. 6, and Fig. 9(b) shows the signal form of its transmission signal 119. Here, for convenience of explanation, these drawings show signal forms in which, when 3 kinds ( $k = 3$ ) of spread codes  $k$  are provided, and when one cycle of the spread code is set to  $\tau$  (sec.), delay waves up to  $3\tau$  (sec.) can be separated. Moreover, it is assumed that the modulation system of the information modulator 118 is the BPSK modulation system; that is, the respective information signals  $a_i$  contain data of 1 (bit). Here,  $i$  is a positive integer. Furthermore, in this case, since it is supposed that a great delay wave arrives in  $2\tau$  to  $3\tau$  (sec.), the radio

transmission environments, mentioned here, refer to influences other than multi-paths, for example, phasing, interferences from other stations, etc.

[0059] State 1 shown in Fig. 9(a) is a case in which the  
5 inputted information signal 111 has the greatest information speed of  $3/\tau$  (bps) available and/or a case of very good radio transmission environments. Here, with respect to the information signal  $a_i$ , this shows only 18 signals, 1 to 18. In this state 1, the inputted information signal 111 is  
10 successively allocated to three sequences, and respectively spectrum-spread in the spread modulator 117. In other words, when  $i$  is  $3m + 1$  in  $a_i$ , the information signal  $a_i$  is allocated to the first sequence, and the spread code PN10, the spread code PN11 and the spread code PN12 are allowed to cycle,  
15 and used in succession. Thus, the information signal  $a_i$  at the time of  $i = 3m + 1$  is spectrum-spread. In other words, the information signal  $a_1$  is spectrum-spread by the spread code PN10, the information signal  $a_4$  is spectrum-spread by the spread code PN11, the information signal  $a_7$  is  
20 spectrum-spread by the spread code PN12, the information signal  $a_{10}$  is spectrum-spread by the spread code PN10, the information signal  $a_{13}$  is spectrum-spread by the spread code PN11, and the information signal  $a_{16}$  is spectrum-spread by the spread code PN12, respectively.

25 [0060] Moreover, when  $i$  is  $3m + 2$ , the information signal

$a_i$  is allocated to the second sequence, and the spread code PN20, the spread code PN21 and the spread code PN22 are allowed to cycle, and used in succession. Thus, the information signal  $a_i$  at the time of  $i = 3m + 2$  is spectrum-spread. In other words, the information signal  $a_2$  is spectrum-spread by the spread code PN20, the information signal  $a_5$  is spectrum-spread by the spread code PN21, the information signal  $a_8$  is spectrum-spread by the spread code PN22, the information signal  $a_{11}$  is spectrum-spread by the spread code PN20, the information signal  $a_{14}$  is spectrum-spread by the spread code PN21, and the information signal  $a_{17}$  is spectrum-spread by the spread code PN22, respectively. Furthermore, when  $i$  is  $3(m + 1)$ , the information signal  $a_i$  is allocated to the third sequence, and the spread code PN30, the spread code PN31 and the spread code PN32 are allowed to cycle, and used in succession. Thus, the information signal  $a_i$  at the time of  $i = 3(m + 1)$  is spectrum-spread. In other words, the information signal  $a_3$  is spectrum-spread by the spread code PN30, the information signal  $a_6$  is spectrum-spread by the spread code PN31, the information signal  $a_9$  is spectrum-spread by the spread code PN32, the information signal  $a_{12}$  is spectrum-spread by the spread code PN30, the information signal  $a_{15}$  is spectrum-spread by the spread code PN31, and the information signal  $a_{18}$  is spectrum-spread by the spread code PN32, respectively. Here,



$m$  is 0, or a positive integer.

[0061] Here, the allocation of the information signal to the first sequence to third sequence in the spread modulator 117 is carried out in the information signal re-composing device 114, and in this case, the information speeds on the respective sequences are set to a common speed of  $1/\tau$  (bps), that is,  $1/3$  times thereof. Therefore, the transmission signal after the spreading process forms a signal as shown in state 1 of Fig. 9(b). Thus, the information signal spread by the same spread code comes to appear every  $3\tau$  (sec.) as shown in the Figure with intervals of not less than  $3\tau$  (sec.); therefore, even in the case of poor radio transmission environments causing great delay waves as indicated by case B in which the multi-paths of Fig. 5 have been taken into consideration, it is possible to separate and compose the respective delay waves.

[0062] Next, state 2 shown in Fig. 9(a) is a case in which the inputted information signal 111 has an information speed of  $2/\tau$  (bps) and/or a case of comparatively good radio transmission environments. Here, this shows the information signal  $a_i$  with  $i$  being varied from 1 to 12. When  $i$  is  $2m + 1$ , the information signal  $a_i$  is allocated to the first sequence, and the spread code PN10, the spread code PN11 and the spread code PN12 are allowed to cycle, and used in succession. Thus, the information signal  $a_i$  at the time

of  $i = 2m + 1$  is spectrum-spread. In other words, the information signal  $a_1$  is spectrum-spread by the spread code PN10, the information signal  $a_3$  is spectrum-spread by the spread code PN11, the information signal  $a_5$  is spectrum-spread by the spread code PN12, the information signal  $a_7$  is spectrum-spread by the spread code PN10, the information signal  $a_9$  is spectrum-spread by the spread code PN11, and the information signal  $a_{11}$  is spectrum-spread by the spread code PN12, respectively.

[0063] Moreover, when  $i$  is  $2(m + 1)$ , the information signal  $a_i$  is allocated to the second sequence, and the spread code PN20, the spread code PN21 and the spread code PN22 are allowed to cycle, and used in succession. Thus, the information signal  $a_i$  at the time of  $i = 2(m + 1)$  is spectrum-spread. In other words, the information signal  $a_2$  is spectrum-spread by the spread code PN20, the information signal  $a_4$  is spectrum-spread by the spread code PN21, the information signal  $a_6$  is spectrum-spread by the spread code PN22, the information signal  $a_8$  is spectrum-spread by the spread code PN20, the information signal  $a_{10}$  is spectrum-spread by the spread code PN21, and the information signal  $a_{12}$  is spectrum-spread by the spread code PN22, respectively. Here,  $m$  is 0, or a positive integer.

[0064] In this case, the two sequences of the spread modulator 117 are used, and no information exists on sequence that

is spread by the spread code PN30 sequence. Here, the allocation of the information signal to the first sequence and second sequence in the spread modulator 117 is carried out in the information signal re-composing device 114, and  
5 in this case, the information speeds on the respective sequences are set to a common speed of  $1/\tau$  (bps), that is,  $1/2$  times thereof. Therefore, the transmission signal after the spreading process forms a signal as shown in state 2 of Fig. 9(b). Thus, the information signal spread by the  
10 same spread code comes to appear every  $3\tau$  (sec.) as shown in the Figure with intervals of not less than  $3\tau$  (sec.); therefore, even in the case of poor radio transmission environments causing great delay waves as indicated by case B in which the multi-paths of Fig. 5 have been taken into  
15 consideration, it is possible to separate and compose the respective delay waves.

[0065] Moreover, state 3 shown in Fig. 9(a) is a case in which the inputted information signal 111 has an information speed of  $1/\tau$  (bps) and/or a case of comparatively good radio  
20 transmission environments. Here, this shows the information signal  $a_i$  with  $i$  being varied from 1 to 6. Then, the information signal  $a_i$  is all allocated to the first sequence, and the spread code PN10, the spread code PN11 and the spread code PN12 are allowed to cycle, and used in  
25 succession; thus, the information signal  $a_i$  is

spectrum-spread. In other words, the information signal a1 is spectrum-spread by the spread code PN10, the information signal a2 is spectrum-spread by the spread code PN11, the information signal a3 is spectrum-spread by the spread code PN12, the information signal a4 is spectrum-spread by the spread code PN10, the information signal a5 is spectrum-spread by the spread code PN11, and the information signal a6 is spectrum-spread by the spread code PN12, respectively.

[0066] In this case, one sequence of the spread modulator 117 is used, and no information exists on sequence that is spread by the spread code PN20 sequence and the spread code PN30 sequence. Here, the allocation of the information signal to the first sequence in the spread modulator 117 is carried out in the information signal re-composing device 114. In this case, the information speeds on the respective sequences are set to a common speed of  $1/\tau$  (bps), that is, the same common speed as the transmission speed of the inputted information signal 111. Therefore, the transmission signal after the spreading process forms a signal as shown in state 3 of Fig. 9(b). Thus, the information signal spread by the same spread code comes to appear every  $3\tau$  (sec.) as shown in the Figure with intervals of not less than  $3\tau$  (sec.); therefore, even in the case of poor radio transmission environments causing great delay waves as indicated by case

B in which the multi-paths of Fig. 5 have been taken into consideration, it is possible to separate and compose the respective delay waves.

[0067] Moreover, state 4 shown in Fig. 9(a) is a case in which the inputted information signal 111 has an information speed of  $1/2 \tau$  (bps) and/or a case of comparatively poor radio transmission environments. Here, this shows the information signal  $a_i$  with  $i$  being varied from 1 to 3. Then, the information signal  $a_i$  is allocated to the first sequence, and the spread code PN10 and the spread code PN11 are allowed to cycle, and used in succession; thus, it is spectrum-spread every  $2 \tau (i - 1)$  (sec.). Moreover, the same information signal  $a_i$  is allocated to the second sequence with an offset of one cycle of the spread code, and the spread code PN20 and the spread code PN21 are allowed to cycle, and used in succession; thus, it is spectrum-spread every  $2 \tau (i - 1) + \tau$  (sec.).

[0068] Here, the allocation of the information signal  $a_i$  is carried out in the information signal re-composing device 114, and in this case, the information speeds on the respective sequences are set to a common speed of  $1/\tau$  (bps), that is, 2 times thereof. Therefore, in the first sequence using the spread code PN10 and the spread code PN11 and the second sequence using the spread code PN20 and the spread code PN21, the spread codes on the respective sequences are alternately

spread with a cycle of  $2\tau$  (sec.). Moreover, there is a time gap of  $\tau$  (sec.) between the sequences. In this case, in the respective sequences, the same information signal is multiplied by the corresponding spread code. Moreover, in this case, no information signal to be spread by the PN30 sequence exists. Therefore, this forms a signal that is shown in state 4 in Fig. 9. Thus, the information signal, spread by the same spread signal, comes to appear every  $4\tau$  (sec.) with intervals of not less than  $3\tau$  (sec.); thus, even in the case of poor radio transmission environments causing great delay waves as indicated by case B in which the multi-paths of Fig. 5 have been taken into consideration, it is possible to separate and compose the respective delay waves. Consequently, it becomes possible to carry out signal transmission with high quality.

[0069] Moreover, state 5 shown in Fig. 9(a) is a case in which the information speed is  $1/3\tau$  (bps) and/or a case of very poor radio transmission environments. Here, this shows the information signal  $a_i$  with  $i$  being set to 1 and 2. Then, the information signal  $a_i$  is allocated to the first sequence, and spectrum-spread every  $3\tau(i-1)$  (sec.) by the spread code PN10. Moreover, the same information signal  $a_i$  is allocated to the second sequence with an offset of one cycle of the spread code, and spectrum-spread every  $3\tau(i-1) + \tau$  (sec.) by the spread code PN20. Moreover, the same

information signal  $a_i$  is allocated to the third sequence with an offset of two cycles of the spread code, and spectrum-spread every  $3\tau(i-1) + 2\tau$  (sec.) by the spread code PN30.

5 [0070] Here, the allocation of the information signal  $a_i$  is carried out in the information signal re-composing device 114, and in this case, the information speeds on the respective sequences are set to a common speed of  $1/\tau$  (bps), that is, 3 times thereof. Therefore, the transmission signals, which  
10 have been spectrum-spread by the spread code PN10, the spread code PN20 and the spread code PN30, come to appear in a  $3\tau$  (sec.) cycle on the respective sequences, with the respective signals having a time difference of  $\tau$  (sec.). Therefore, the transmission signal having been spread from  
15 signals that are shown in state 5 in Fig. 9(b); thus, the information signal, spread by the same spread signal, comes to appear every  $3\tau$  (sec.). Thus, the information signal, spread by the same spread signal, comes to appear every  $3\tau$  (sec.) with intervals of not less than  $3\tau$  (sec.);  
20 consequently, even in the case of poor radio transmission environments causing great delay waves as indicated by case B in which the multi-paths of Fig. 5 have been taken into consideration, it is possible to separate and compose the respective delay waves. Thus, it becomes possible to carry  
25 out signal transmission with high quality.

[0071] As described above, by using at most three kinds of mutually different spread codes having the same code speed (chip rate) and the same code length on one sequence, five kinds of information having different information speeds can be transmitted, and a transmission signal capable of separating a delay wave that does not exceed 3 cycles can be transmitted. Moreover, the above-mentioned explanation has dealt with a case having three sequences of spread codes; however, when the spread sequences are set to not less than four sequences, it becomes possible to transmit information signal at more kinds of information speed. Furthermore, in accordance with delay waves, not less than four kinds of codes are allowed to cycle on the same sequence. By using the initial communication signal, it is possible to easily alter the kind of spread codes on the same sequence in response to the predicted time of arrival of a great delay wave. Moreover, when an appropriate cycle for cycling is set on the transmission side by confirming the state of arrival of a delay wave on the receiving side, it becomes possible to provide a best-suited spectrum spread transmitter for the CDMA communication at high-speed transmission. Here, in this arrangement, the spread codes are allowed to simply cycle; however, the present invention is not intended to be limited by this arrangement, and as long as the alteration method is preliminarily recognized on both of the transmitter



and receiver, it is not necessary to provide a simple cycling arrangement, and any cycling method may be used.

[0072] Next, referring to Fig. 10, an explanation will be given of a structural example of a spectrum spread receiver in accordance with the second embodiment of the spectrum spread communication device of the present invention. In Fig. 10, in an inverse spread modulator 122, a received signal 121 is distributed from a matching filter 1 constituted by mutually different inverse spread codes having the same code speed and the same code length to a matching filter k on each sequence. Then, the output signal, which has been subjected to the inverse spreading process, is supplied to an information demodulator 126 and an initial communication signal and information signal speed judging device 123.

[0073] After the initial receiving process has been carried out, an information speed signal 124 and an initial communication signal 125 are outputted from the initial communication signal and the information speed signal judging device 123, and supplied to an information demodulator 126, a decoder 127 and a demodulation signal re-composing device 128 so that these are allowed to start respective operations. Thus, the information demodulator 126 demodulates the output signal from the inverse spread modulator 122 so that temporary demodulation signals 1 to k to the respective sequences. The temporary demodulation

signals 1 to k are supplied to the demodulation signal re-composing device 128 for re-composing the demodulation signals in accordance with the information speed signal 124 to the decoder 127 for carrying out a decoding process. The demodulation signal re-composing device 128 re-arranges and composes a group of signals supplied from the decoder 127 in accordance with the information speed signal 124 so that the demodulated original information signal is outputted as a demodulated information signal 129.

10 [0074] From the viewpoint of reproducing from states 9(b) to states 9(a), the initial communication signal and information speed signal judging device 123 makes a judgment as to which state among states 1 to 5 shown in Fig. 9(b) is used for the transmission, based upon the output states

15 of the matching filters 1 to k constituting the inverse spread modulator 122, and outputs the resulting information speed signal 124 to the information demodulator 126, the decoder 127 and demodulation signal re-composing device 128. Upon receipt of the information speed signal 124, the respective

20 devices re-arrange and compose the received signal that has the same state as any of the transmission signals of states 1 to 5, shown in Fig. 9(b), and that has been supplied thereto, so that the demodulation signal having the original information speed as shown in Fig. 9(a) is reproduced.

25 [0075] Moreover, it also makes a judgment as to the radio

transmission environments, such as multi-paths, phasing and  
interferences from other stations, that appear in the outputs  
from the matching filters constituting the inverse spread  
modulator 122, and outputs an initial communication signal  
5 125 containing this information on the radio transmission  
environments to the information demodulator 126, the decoder  
127, the demodulation information signal re-composing device  
128. This information on the radio transmission  
environments may be contained in the initial communication  
10 signal 113 on the transmission side. Moreover, both or either  
of the number of spread sequences and the spread cycle to  
be used may be altered at the initial transmission time and  
receiving stand-by time so that it becomes possible to mainly  
increase the probability of the initial synchronization at  
15 the transmission time of re-transferring type, and  
consequently to provide an effective receiving operation.  
Here, with respect to the timing chart indicating the  
operations in states 1 to 5 of the spectrum spread receiver  
shown in Fig. 10, since it is the same as the timing chart  
20 indicated by Fig. 4, the description thereof is omitted.  
[0076]

[Effects of the Invention] As described above, in the first  
embodiment of the present invention, in the transmitter of  
the spectrum spread communication device, an inputted  
25 information signal is allocated to a plurality of sequences

that are set to a predetermined speed based upon an information speed signal of the inputted information signal so that the respective signals on the plurality of sequences are spectrum-spread by using mutually different spread codes having the same code speed and the same code length; therefore, since it is not necessary to add common control bits to each of the encoding cycle, and since it is not necessary for the information modulator to modulate at a speed not less than the maximum information speed that can be taken, the information modulation speed in the information modulator can be lowered, and the circuit in the information modulator can be simplified. Moreover, when the information speed is lowered, it is possible to transmit information with high quality.

[0077] Moreover, in the spectrum spread receiver, the received signal is distributed to a plurality of sequences, and in each of the sequences, is subjected to an inverse spread process by using mutually different inverse spread codes having the same code speed and the same code length, and based upon the output information, the speed of the information signal to be demodulated is instantaneously judged among some information speeds, and by using the resulting speed information, the demodulated signals on the plurality of sequences are re-composed on the same sequence; therefore, since it is not necessary to demodulate at a speed

not less than the maximum information speed that can be taken,  
and since it is not necessary to judge the speed information  
in the decoder, the information demodulating speed in the  
information demodulator is lowered, the decoding time in  
5 the decoder is shortened, and the circuits of the information  
demodulator and the decoder can be simplified. Moreover,  
when the information speed is lowered, it is possible to  
decode information with high quality.

[0078] Moreover, by using the spectrum spread transmitter  
10 and the spectrum spread receiver in a combined manner, it  
becomes possible to reduce the information modulation speed,  
and also to simplify the construction in the information  
modulator on the transmission side, while it becomes possible  
to reduce the information demodulation speed, and also to  
15 simplify the construction in the demodulator on the receiving  
side. Moreover, since the information speed judgment device  
instantaneously judges the speed information, it is possible  
to eliminate the necessity of judgment on the speed  
information in the demodulator; thus, it becomes possible  
20 to realize a communication system that can selectively  
transmit many kinds of information signals with high  
information speeds by using a simple arrangement.

[0079] Moreover, in the second embodiment of the present  
invention, it is possible to alter the communication state  
25 in accordance with radio transmission environments, and it

is also possible to realize a spectrum spread communication device which can be used even under transmission environments having a delay wave and is suitable for the CDMA communication that can improve the probability of the initial  
5 synchronization at the time of receiving. Since the inverse spreading process is carried out by allowing the group of the spread codes to cycle so that at least adjacent spread codes are made different, on the basis of one cycle of the spread codes on each of the plurality of sequences, it becomes  
10 possible to separate delay waves exceeding one cycle of the spread codes and further to compose the waves, and since the spread codes are provided as a spread sequence that has kinds of spread codes as many as gold codes with the same code length or a spread sequence that has more kinds of spread  
15 codes than M-sequence with the same code length, it is possible to provide a spectrum spread communication device that is suitable for the CDMA communication that can be used by a number of unspecified users under transmission environments that are susceptible to delay waves.

20 [BRIEF DESCRIPTIONS OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] Fig. 1 is a block diagram that shows one example of a construction of a spectrum spread transmitter in accordance with a first embodiment of a spectrum spread communication device of the present invention.

25 [Fig. 2] Fig. 2 is a drawing that shows an output timing

chart in the spectrum spread transmitter shown in Fig. 1.

[Fig. 3] Fig. 3 is a block diagram that shows one example of a construction of a spectrum spread receiver in the first embodiment of the spectrum spread communication device of the present invention.

[Fig. 4] Fig. 4 is a drawing that shows an output timing chart in the spectrum spread receiver shown in Fig. 3.

[Fig. 5] Fig. 5 is a signal-state drawing that explains a state in which, even upon receipt of a delay wave, it can be composed/removed in the first embodiment of the spectrum spread communication device of the present invention.

[Fig. 6] Fig. 6 is a block diagram that shows one example of a construction of a spectrum spread transmitter in accordance with a second embodiment of a spectrum spread communication device of the present invention.

[Fig. 7] Fig. 7 is a drawing that shows one example of a construction of a generation circuit of gold codes that are used in the spread code generator, etc.

[Fig. 8] Fig. 8 is a drawing that shows one example of a construction of a generation circuit of orthogonal gold codes that are used in the spread code generator, etc.

[Fig. 9] Fig. 9 is a drawing that shows an output timing chart in the spectrum spread transmitter shown in Fig. 6.

[Fig. 10] Fig. 10 is a block diagram that shows one example of a construction of a spectrum spread receiver in the second

embodiment of the spectrum spread communication device of the present invention.

[Fig. 11] Fig. 11 is a block diagram that shows a schematic construction of a transmitter of a conventional spectrum spread communication system.

[Fig. 12] Fig. 12 is a block diagram that shows a schematic construction of a receiver of a conventional spectrum spread communication system.

[REFERENCE NUMBERS]

- |    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 10 | 111, 411, 811           | information signal   |
|    | 112, 124, 412, 812, 824 | information speed signal   |
|    | 113, 125                | initial communication signal   |
|    | 114, 814                | information signal re-composing device                                   |
|    | 115, 813                | encoder  |
| 15 | 116, 414, 816           | spread code generator  |
|    | 117, 416, 817           | spread modulator   |
|    | 118, 415, 815           | information modulator  |
|    | 119, 417, 818           | transmission signal  |
|    | 121, 421, 821           | receiving signal   |
| 20 | 122, 423, 822           | inverse spread modulator   |
|    | 123                     | initial communication signal and information speed signal judging device |
|    | 126, 424, 825           | information demodulator  |
|    | 127, 827                | decoder  |
| 25 | 128, 826                | demodulation signal re-composing device                                  |



129, 426, 828 demodulation information signal  
413 encoding and information signal re-composing device  
422 inverse spread signal generator  
425 decoding and information speed judging device  
5 823 information signal speed judging device

Fig. 1

811 Information signal  
812 Information speed signal  
10 813 Encoder  
814 Information signal re-composing device  
815 Information modulator  
816 Spread code generator  
817 Spread modulator  
15 818 Transmission signal  
SS Transmitter

Fig. 2

State 1  
20 State 2  
State 3  
State 4  
State 5  
(a) Information signal (b) Transmission signal  
25 Time

Time

Fig. 3

- 821 Receiving signal
- 5 822 Inverse spread modulator
  - Matching filter 1
  - Matching filter 2
  - Matching filter 3
  - Matching filter k
- 10 823 Information signal speed judging device
  - 824 Information speed signal
  - 825 Information demodulator
    - Temporary demodulation signal 1
    - Temporary demodulation signal 2
    - 15 Temporary demodulation signal 3
    - Temporary demodulation signal k
  - 826 Demodulation signal re-composing device
  - 827 Decoder
  - 828 Demodulation information signal
- 20 SS Receiver

Fig. 4

- State 1
  - Matching filter output 1
  - 25 Matching filter output 2

		Matching filter output 3	
		Demodulation information signal	Time
	State 2		
		Matching filter output 1	
5		Matching filter output 2	
		Matching filter output 3	
		Demodulation information signal	Time
	State 3		
		Matching filter output 1	
10		Matching filter output 2	
		Matching filter output 3	
		Demodulation information signal	Time
	State 4		
		Matching filter output 1	
15		Matching filter output 2	
		Matching filter output 3	
		Demodulation information signal	Time
	State 5		
		Matching filter output 1	
20		Matching filter output 2	
		Matching filter output 3	
		Demodulation information signal	Time

Fig. 5

25 State 5 Matching filter output 1

Matching filter output 2  
 Matching filter output 3  
 Demodulation information signal Time  
 Case A: Multi-path is considered.  
 5 (At the time of low reference information speed)  
 Matching filter output 1  
 Matching filter output 2  
 Matching filter output 3  
 Demodulation information signal Time  
 10 Case B: Multi-path is considered.  
 (At the time of high reference information speed)  
 Matching filter output 1  
 Matching filter output 2  
 Matching filter output 3  
 15 Demodulation information signal Time

Fig. 6

111 Information signal  
 112 Information speed signal  
 20 113 Initial communication signal  
 114 Information signal re-composing device  
 115 Encoder  
 116 Spread code generator  
 117 Spread code modulator  
 25 118 Information modulator

119 Transmission signal

SS Transmitter

Fig. 7

5 Gold code generation

Method using two shift registers

Fig. 8

PN sequence generation 1

10 PN sequence generation 2

Orthogonal gold code generation

where Timing ...

Fig. 9

15 State 1

State 2

State 3

State 4

State 5

20 (a) Information signal (b) Transmission signal

Time

Time

Fig. 10

25 121 Receiving signal

- 122 Inverse spread modulator
- Matching filter 1
- Matching filter 2
- Matching filter 3
- 5 Matching filter k
- 123 Initial communication signal and information speed  
signal judging device
- 124 Information speed signal
- 125 Initial communication signal 125
- 10 Temporary demodulation signal 1
- Temporary demodulation signal 2
- Temporary demodulation signal 3
- Temporary demodulation signal k
- 126 Information demodulator
- 15 127 Decoder
- 128 Demodulation signal re-composing device
- 129 Demodulation information signal
- SS Receiver
- 20 Fig. 11
- 411 Information signal
- 412 Information speed signal
- 413 Encoding and information signal re-composing device
- 414 Spread signal generator
- 25 415 Information modulator

416 Spread modulator

417 Transmission signal

SS Transmitter

5 Fig. 12

421 Receiving signal

422 Inverse spread signal generator

423 Inverse spread modulator

424 Information demodulator

10 425 Decoding and information speed judging device

426 Demodulation information signal

SS Receiver

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-312590

(43) 公開日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 4 B 1/707

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 J 13/00

技術表示箇所

D

審査請求 有 請求項の数 11 F D (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平9-44947

(22) 出願日 平成9年(1997)2月14日

(31) 優先権主張番号 特願平8-89024

(32) 優先日 平8(1996)3月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 395022546

株式会社ワイ・アール・ビー移動通信基盤  
技術研究所

横浜市神奈川区新浦島町一丁目1番地32

(72) 発明者 小橋 敏也

神奈川県横浜市神奈川区新浦島町一丁目1  
番地32株式会社ワイ・アール・ビー移動通  
信基盤技術研究所内

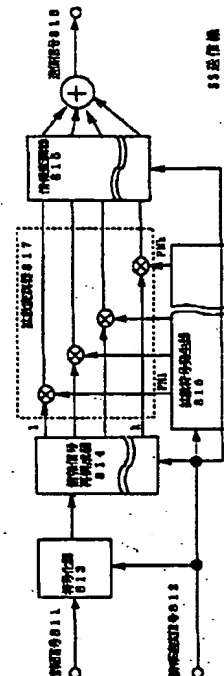
(74) 代理人 弁理士 高橋 英生 (外1名)

(54) 【発明の名称】 スペクトラム拡散通信装置

(57) 【要約】

【課題】 多種類の情報速度を扱えるようにする。

【解決手段】 入力された情報信号 811 の情報速度信号 812 により、符号化器 813 で符号化し、さらに情報信号再構成器 814 から共通速度となるように複数系列に振り分ける。次いで、情報速度信号 812 に応じて発生タイミングと周期が変更される拡散符号により、各々の系列上の信号が拡散される。そして、各系列の拡散された系列を加算して送信信号 818 とする。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力された情報信号の情報速度信号により、入力された情報信号を所定の速度とされている複数の系列に振り分けるための情報信号再構成器と、前記情報速度信号に応じて拡散符号発生タイミングと周期が変更される符号発生器と、

該符号発生器で発生された同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号により、前記複数の系列上のそれぞれの信号をスペクトラム拡散する拡散変調器と、該拡散変調器からの複数の系列の出力を加算して送信する手段とを備えるようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 2】 スペクトラム拡散された受信信号を複数の系列に分配する手段と、

該複数の系列の各々に設けられた、同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号により逆拡散処理を行うよう構成された複数の整合フィルタと、

該整合フィルタの出力情報に基づいて復調すべき情報信号の速度を判定する情報速度判定器と、

該情報速度判定器から得られた情報速度に応じて復調された、前記複数の系列上の復調信号を元の情報信号に再構成する復調信号再構成器を備えるようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 3】 入力された情報信号の情報速度信号により、入力された情報信号を所定の速度とされている複数の系列に振り分けるための情報信号再構成器と、

前記情報速度信号に応じて拡散符号発生タイミングと周期が変更される符号発生器と、

該符号発生器で発生された同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号により、前記複数の系列上のそれぞれの信号をスペクトラム拡散する拡散変調器と、該拡散変調器からの複数の系列の出力を加算して送信する手段とを備えるようにした送信手段と、

スペクトラム拡散された受信信号を複数の系列に分配する手段と、

該複数の系列の各々に設けられた、同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号により逆拡散処理を行うよう構成された複数の整合フィルタと、

該整合フィルタの出力情報に基づいて復調すべき情報信号の速度を判定する情報速度判定器と、

該情報速度判定器から得られた情報速度に応じて復調された、前記複数の系列上の復調信号を元の情報信号に再構成する復調信号再構成器を備えるようにした受信手段とからなることを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 4】 入力された情報信号の情報伝送速度と、無線伝搬環境との両方あるいはいずれか一方に応じて、該入力された情報信号を複数の系列に振り分ける情報信号再構成器と、

拡散符号発生タイミングと周期の変更手段を有する符

号発生器と、

該符号発生器で発生された同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号により、前記複数の系列上のそれぞれの信号をスペクトラム拡散する拡散変調器と、該拡散変調器から出力される複数の系列の出力を加算して送信する送信手段とを備えることを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 5】 初期送信時とその後の前記入力情報の送信時とで、利用する拡散符号の系列数および周期の少なくとも一方を変更可能としたことを特徴とする請求項 4 記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 6】 前記複数の系列の各々の系列上で、拡散符号一周を単位として少なくとも隣接する拡散符号が異なるように拡散符号群を巡回させて拡散処理を行うようにされていると共に、前記符号発生器が、同一符号長でゴールド符号程度の拡散符号種類の拡散系列、もしくは同一符号長で M 系列より拡散符号種類が多い拡散系列を発生するようにしたことを特徴とする請求項 4 あるいは 5 記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 7】 スペクトラム拡散された受信信号を複数の系列に分配する手段と、

同一符号速度、同一符号長の相互に異なる逆拡散符号により逆拡散処理を行うよう構成された、該複数の系列の各々に設けられた整合フィルタと、

該整合フィルタの出力情報に基づいて復調すべき情報信号の速度を判定する情報速度判定器と、

該情報速度判定器から得られた情報速度に応じて復調された、前記複数の系列上の復調信号を元の情報信号に再構成する復調信号再構成器とを備え、

受信待機時とデータ受信時とで、利用する前記逆拡散符号の系列数および周期の両方あるいはいずれか一方が変更されるようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 8】 データ受信時に、前記複数の系列の各々の系列上で、拡散符号一周を単位として少なくとも隣接する拡散符号が異なるように拡散符号群を巡回させて逆拡散処理を行うようにされており、その際の逆拡散符号が同一符号長でゴールド符号程度の拡散符号種類の拡散系列、もしくは同一符号長で M 系列より拡散符号種類が多い拡散系列とされていることを特徴とする請求項 7 記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 9】 入力された情報信号の情報伝送速度と、無線伝搬環境との両方あるいはいずれか一方に応じて、該入力された情報信号を複数の系列に振り分ける情報信号再構成器と、

拡散符号発生タイミングと周期の変更手段のある符号発生器と、

該符号発生器で発生された同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号により、前記複数の系列上のそれぞれの信号をスペクトラム拡散する拡散変調器と、

前記拡散変調器から出力される複数の系列の出力を加算して送信する送信手段と、

スペクトラム拡散された受信信号を複数系列に分配する手段と、

同一符号速度、同一符号長の相互に異なる逆拡散符号により逆拡散処理を行うよう構成された、該複数の系列の各々に設けられた整合フィルタと、

該整合フィルタの出力情報に基づいて復調すべき情報信号の速度を判定する情報速度判定器と、

該情報速度判定器から得られた情報速度に応じて復調された、前記複数の系列上の復調信号を元の情報信号に再構成する復調信号再構成器とを備え、

受信待機時とデータ受信時とで、利用する前記逆拡散符号の系列数および周期の両方あるいはいずれか一方を変更するようにした受信側変更手段とを備え、

送信側から送信されたスペクトラム拡散された信号から元の情報信号を再生するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 10】 初期送信時とその後の前記入力情報の送信時とで、利用する拡散符号の系列数および周期の両方あるいはいずれか一方を変更するようにした送信側変更手段を、さらに備えることを特徴とする請求項 9 記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項 11】 同一符号長でゴールド符号程度の拡散符号種類の拡散系列、もしくは同一符号長で M 系列より拡散符号種類が多い拡散系列を前記符号発生器が発生するようにされていると共に、

前記拡散変調器において、前記複数の系列上で、拡散符号一周を単位として少なくとも隣接する拡散符号が異なるように、前記符号発生器において発生された拡散符号群を巡回させて拡散処理と逆拡散処理を行うようにされていることを特徴とする請求項 9 あるいは 10 記載のスペクトラム拡散通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音声データおよび電算機データや、動画像等の大容量の情報、あるいはリアルタイムかつ大容量の高速データ等の異なる伝送速度の情報信号を、効率的に扱えるスペクトラム拡散通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】有線通信の分野では、パケット通信技術によって、電算機データ等を異なる情報速度でサービスすることが可能となっている。このため、無線通信の分野でも無線 LAN 等でその対応が求められている。これを解決するために、従来は、パイロット信号に速度情報を乗せる方式により、異なる情報伝送速度でデータを伝送するようにしていた。

【0003】近年、米国において標準化された IS-95 においては、パイロット信号に速度情報を乗せることな

く、符号化された信号が復号化できるまで、全ての可変し得る情報速度で復号化処理を行うことにより、情報速度を判定する方式が採用されている。しかし、IS-95 方式は音声等の通信を主としているため、情報速度は 10kbps (bits per second) 程度までの通信を対象としており、動画像等のリアルタイム伝送のために必要な情報速度である 10Mbps 程度までの高速化は考慮されていない。

【0004】ここで、IS-95 方式におけるスペクトラム拡散 (SS) 送信機及び、スペクトラム拡散 (SS) 受信機の概略構成を図 11 および図 12 にそれぞれ示す。図 11 に示す SS 送信機において、データソースに応じて異なる情報速度を取る情報信号 411 は、符号化および情報信号再構成器 413 に入力される。符号化および情報信号再構成器 413 において、情報信号 411 は情報速度信号 412 により符号化される。さらに、情報速度信号 412 により、何れの情報速度の情報信号 411 であっても、情報速度を符号化周期ごとの制御ビットに付加し、情報信号 411 の取り得る最大の情報速度以上の共通の情報速度に変更される。その後、情報変調器 415 において、例えば QPSK 変調されて、さらに拡散符号発生器 414 より発生された拡散符号により拡散変調器 416 においてスペクトラム拡散され、送信信号 417 とされる。

【0005】また、図 12 に示す SS 受信機において、スペクトラム拡散された受信信号 421 は、逆拡散変調器 423 に入力されて、逆拡散信号発生器 422 により発生された SS 送信機と同じ拡散符号と乗算されることにより、逆拡散処理が行われる。次いで、情報復調器 424 において、例えば QPSK 復調されて、復号化及び、情報速度判定器 425 に入力される。復号化および情報速度判定器 425 では、復号化すべき情報信号の情報速度を判定するために、全ての情報速度に対応した復号化を繰り返すことにより、情報速度を判定している。そして、判定された情報速度に応じた復号化が行われる。これにより、元の情報信号が復調情報信号 426 として得られるようになる。

【0006】なお、本来は受信信号 421 は RAKE 受信をするために、例えば 4 つの回路に分配され、バスの遅延時間に応じた発生タイミングの異なる同一拡散符号で、受信信号の各々のバスを逆拡散し、情報復調した後、合成するようにしているが、その構成の図示は省略している。また、フェージングに対応するために、2 ブランチアンテナダイバーシチを行っているが同様に図示を省略している。さらに、帯域制限、高周波 (RF) 部についても同様に図示を省略している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の SS 送信機においては、10Mbps 程度までの情報速度に対応するには、情報変調器 415 において、常時、10Mbps 程度での情報の変調が必要となる。また、SS 受信機においては、復号

化及び、情報速度判定器 425 において復号化すべき情報信号の情報速度を判定するために、全ての情報速度に対応した復号化を繰り返し、情報速度を判定するようにしている。したがって、取り得る情報速度が増えると復号化器における情報速度の判定のための繰り返し回数が増えるので、復号化処理が困難となる。さらに、10Mbps 程度までの情報速度に対応するには、送信側の情報変調器 415 と同様に、情報復調器 424 においても、常時、10Mbps 程度で復調を行う必要がある。

【0008】つまり、このような S S 送信機においては、符号化の時に符号化周期ごとに共通の制御ビットを加えた上で、全ての情報速度の時に、取り得る最大の情報速度以上の共通情報速度に変更する必要がある。そのため、取り得る最大の情報速度が高くなった時には、情報変調器では、常時、高速に変調する必要が生じる。また、S S 受信機では、取り得る最大の情報速度が高くなった時には、情報復調器 424 で、情報変調器 415 と同様に、常時、高速で復調する必要がある。さらに、取り得る情報速度の種類が増えた時には、情報速度を判定するために繰り返し行う復号化により、復号化器における処理時間が増大する。したがって、この方式は、高速で多種類の情報速度を取り得るサービスを行うには適していないという問題点があった。

【0009】さらに、IS-95 方式は上り回線において、部分相関を行うため、相互相関による劣化が考えられると共に、取り得るべきデータ速度の種類増加による回路負担が大きい。したがって、これらの影響で、符号化部、復号化部に対する要求が厳しくなる。また、一般的な P N 符号として、M 系列により評価されているサイクリック符号では、拡散符号数に対する拡散符号種類が非常に少ないため、屋内外の環境で 10Mbps 程度の高速ユーザービットレートの CDMA (CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS) 通信に使用するには不適切な拡散符号を使用していると言える。

【0010】そこで、本発明は、情報信号速度が高くなっても高速な変復調を行う必要がないと共に、情報速度が低くなった時に高品質で情報を伝送することができ、さらに、復号化器における復号化処理を所望の情報速度でのみ行うことができるようにしたスペクトラム通信装置を提供することを目的としている。さらに、本発明は、遅延波の分離、さらには合成が行えると共に、必要以上にチップレートを早めることなく、不特定多数のユーザーが高速の通信を行うことのできるスペクトラム通信装置を提供することを他の目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の送信側のスペクトラム拡散通信装置は、入力された情報信号の情報速度信号により、入力された情報信号を所定の速度とされている複数の系列に振り分けるための情報信号再構成器と、前記情報速度信号に応じ

て拡散符号発生タイミングと周期が変更される符号発生器と、該符号発生器で発生された同一符号速度で、相互に異なる同一符号長の拡散符号により、前記複数の系列上のそれぞれの信号をスペクトラム拡散する拡散変調器と該拡散変調器からの複数の出力を加算して送信する手段とを備えている。

【0012】また、上記目的を達成する本発明の受信側のスペクトラム拡散通信装置は、スペクトラム拡散された受信信号を複数の系列に分配する手段と、該複数の系列の各々に設けられた、同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号により逆拡散処理するよう構成された複数の整合フィルタと、該整合フィルタの出力情報に基づいて復調すべき情報信号の速度を判定する情報速度判定器と、該情報速度判定器から得られた情報速度に応じて復調された、前記複数の系列上の復調信号を元の情報信号に再構成する復調信号再構成器を備えている。さらに、本発明のスペクトラム拡散通信装置は、上記送信側の手段と、受信側の手段を共に備えるようにしてもよい。

【0013】このような本発明によれば、スペクトラム拡散通信装置の送信機において、情報信号の速度情報信号により、入力された情報信号を所定の速度とされている複数の系列に振り分けて、同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号で、各々の系列上の信号を拡散するようにしたので、符号化周期ごとに共通の制御ビットを付加する必要がなく、また、情報変調器において、取り得る最大の情報速度以上で変調をする必要がないため、情報変調器の情報変調速度が低速化されると共に、情報変調器の回路を簡素化することができるようになる。また、情報速度が低くなった時に高品質で情報を伝送することができるようになる。

【0014】また、スペクトラム拡散受信機において、受信信号を複数の系列に分配して、各々の系列で、同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる逆拡散符号で逆拡散を行い、その出力情報に基づき、幾つかの情報速度の中で復調すべき情報信号の速度を瞬時に判定し、得られた速度情報により、複数の系列上の復調信号を同一系列上に再構成するようにしたので、取り得る最大の情報速度以上で復調する必要がなく、また、復号化器における速度情報の判定を不要とするため、情報復調器の情報復調速度が低速化されると共に、復号化器における復号化の時間が短縮されると共に、情報復調器及び、復号化器の回路を簡素化することができる。また、情報速度が低くなった時に情報を高品質で復号することができるようになる。

【0015】さらに、上記他の目的を達成するために、本発明の送信側の他のスペクトラム拡散通信装置は、入力された情報信号の情報伝送速度と、無線伝搬環境との両方あるいはいずれか一方に応じて、該入力された情報信号を複数の系列に振り分ける情報信号再構成器と、拡

散符号発生のタイミングと周期の変更手段のある符号発生器と、該符号発生器で発生された同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号により、前記複数の系列上のそれぞれの信号をスペクトラム拡散する拡散変調器と、該拡散変調器から出力される複数の系列の出力を加算して送信する送信手段とを備えるようにしている。さらにまた、上記本発明の他の送信側のスペクトラム拡散通信装置において、初期送信時とその後の前記入力情報の送信時とで、利用する拡散符号の系列数および周期の両方あるいはいずれか一方を変更するようにしてもよい。さらにまた、上記本発明の他の送信側のスペクトラム

拡散通信装置において、前記符号発生器が、同一符号長でゴールド符号程度の拡散符号種類の拡散系列、もしくは同一符号長でM系列より拡散符号種類数が多い拡散系列を発生するようにしてもよい。

【0016】また、上記他の目的を達成する本発明の受信側の他のスペクトラム拡散通信装置は、スペクトラム拡散された受信信号を複数系列に分配する手段と、同一符号速度、同一符号長の相互に異なる逆拡散符号により逆拡散処理を行うよう構成された、該複数の系列の各々に設けられた整合フィルタと、該整合フィルタの出力情報に基づいて復調すべき情報信号の速度を判定する情報速度判定器と、該情報速度判定器から得られた情報速度に応じて復調された、前記複数の系列上の復調信号を元の情報信号に再構成する復調信号再構成器とを備え、受信待機時とデータ受信時とで、利用する前記逆拡散符号の系列数および周期の両方あるいはいずれか一方を変更するようにしている。

【0017】さらにまた、上記本発明の受信側の他のスペクトラム拡散通信装置において、データ受信時に、前記複数の系列の各々の系列上で、拡散符号一周を単位として少なくとも隣接する拡散符号が異なるように拡散符号群を巡回させて逆拡散処理を行うようにされており、その際の逆拡散符号は、同一符号長でゴールド符号程度の拡散符号種類の拡散符号系列、もしくは同一符号長でM系列より拡散符号種類が多い拡散系列としてもよい。なお、本発明の他のスペクトラム拡散通信装置において、上記送信側の手段と、受信側の手段を共に備えるようにしてもよい。

【0018】このような他の本発明によれば、さらに加えて遅延波の生じる伝搬環境下でも使用可能で、さらに、受信時の初期同期確率を向上することのできるCDMA通信に適したスペクトラム拡散通信装置を実現することができる。また、拡散符号の一周を単位として、隣接する拡散符号が異なる拡散符号となるよう巡回させることで、拡散符号の一周を超える遅延波の分離、さらに合成を可能とし、さらに、拡散符号を同一符号長でゴールド符号程度の拡散符号種類の拡散系列、もしくは同一符号長でM系列より拡散符号種類が多い拡散系列とすることで、遅延波の生じる伝搬環境下で不特定多数の

ユーザーが使用可能なCDMA通信に適したスペクトラム拡散通信装置を実現することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】次に、本発明のスペクトラム拡散通信装置の第1の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明のスペクトラム拡散通信装置の第1の実施の形態におけるスペクトラム拡散送信機の構成を示す一例である。この図において、情報信号811は、情報速度信号812により、符号化器813において符号化される。符号化された情報信号811は、情報信号再構成器814に入力され、情報速度信号812により同一速度の情報信号に変換された後に、k個の複数系列に振り分けられる。振り分けられた情報信号は、拡散変調器817に入力されて、情報速度信号812により拡散符号の発生のタイミングと周期が変更される拡散符号発生器816により発生された拡散符号PN1~PNkが各々の情報信号に乗算されることにより、スペクトラム拡散される。この場合、拡散符号PN1~PNkの符号速度（チップレート）は同じであると共に、同一符号長の相互に異なる拡散符号とされる。ただし、kは正の整数である。

【0020】この拡散変調器817によりスペクトラム拡散されたk個の情報信号は、情報変調器815においてDBPSK変調、QPSK変調、あるいはオフセットQPSK変調等より、予め、決められている変調方式により変調される。すなわち、uビット単位で変調がなされる。ただし、uは正の整数であり、BPSK変調の場合は1となり、QPSK変調の場合は2となる。そして、情報変調器815において変調されたk個の信号は、加算器において加算されて送信信号818となる。

【0021】このように構成されたスペクトラム拡散送信機における、データソースに応じて情報速度が変更される情報信号811の信号形態を図2(a)に、送信信号818の信号形態を図2(b)に示す。ただし、ここでは説明の都合上、情報変調器815の変調方式をBPSK変調方式、つまりu=1とされ、拡散符号発生器816の発生する拡散符号PN1~PNkが3種類、すなわち拡散符号PN1、PN2、PN3とされているものとする。また、拡散符号PN1、PN2、PN3の周期は $\tau$ (sec.)とされる。なお、情報信号a<sub>i</sub>は変調方式をBPSK変調としたので、1(bit)の情報信号となる。ただし、iは正の整数である。

【0022】図2(a)において、状態1は、情報信号a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub>、...、a<sub>17</sub>、a<sub>18</sub>が画像信号等の最大の情報速度 $3/\tau$ (bps)とされた場合を示している。この場合は、入力された情報信号の速度が情報信号再構成器814で振り分けられた情報速度の3倍とされているので、3系統に振り分けられる。この振り分けは、情報信号a<sub>i</sub>のiが3m+1(ただし、mは0, 1, 2, ...である。)の情報信号a<sub>1</sub>、a<sub>4</sub>、a<sub>7</sub>

・・・が第1系列に、情報信号  $a_i$  の  $i$  が  $3m+2$  の情報信号  $a_2, a_5, a_8 \dots$  が第2系列に、情報信号  $a_i$  の  $i$  が  $3(m+1)$  の情報信号  $a_3, a_6, a_9 \dots$  が第3系列に振り分けられる。なお、振り分けられた3系列の各情報信号の速度は  $1/3$  の速度である  $1/\tau$  (bps) の共通速度とされる。

【0023】このように、情報信号再構成器814において3系統に振り分けられた情報信号は、拡散変調器817においてそれぞれスペクトラム拡散処理されて、情報変調器815によりそれぞれBPSK変調される。なお、拡散変調器817において、第1系列の情報信号  $a_1, a_4, a_7 \dots$  は拡散符号PN1によりスペクトラム拡散処理され、第2系列の情報信号  $a_2, a_5, a_8 \dots$  は拡散符号PN2によりスペクトラム拡散処理され、第3系列の情報信号  $a_3, a_6, a_9 \dots$  は拡散符号PN3によりスペクトラム拡散処理される。これにより、図2(b)の状態1に示すような3系列の送信信号が得られるようになる。この3系列の送信信号は加算されて、送信信号818として送信される。

【0024】状態2は情報信号  $a_1, a_2, a_3, a_4 \dots$  が、情報速度  $2/\tau$  (bps) とされた場合を示している。この場合は、情報信号の速度が情報信号再構成器814で振り分けられた情報速度の2倍とされているので、2系統に分割されて振り分けられる。この振り分けは、情報信号  $a_i$  の  $i$  が奇数の第1系列の情報信号  $a_1, a_3, a_5 \dots$  と、情報信号  $a_i$  の  $i$  が偶数の第2系列の情報信号  $a_2, a_4, a_6 \dots$  とに振り分けられる。なお、振り分けられた2系列の情報信号の速度は  $1/2$  の速度である  $1/\tau$  (bps) の共通速度とされる。

【0025】このように、情報信号再構成器814において振り分けられた2系列の情報信号は、拡散変調器817においてそれぞれスペクトラム拡散処理されて、情報変調器815によりそれぞれBPSK変調される。なお、拡散変調器817において、第1系列の情報信号  $a_1, a_3, a_5 \dots$  は拡散符号PN1によりスペクトラム拡散処理され、第2系列の情報信号  $a_2, a_4, a_6 \dots$  は拡散符号PN2によりスペクトラム拡散処理される。この場合、拡散符号PN3は使用されない。これにより、図2(b)の状態2に示すような2系列の送信信号が得られるようになる。この2系列の送信信号は加算されて、送信信号818として送信される。

【0026】状態3は情報信号  $a_1, a_2, a_3, a_4 \dots$  が、情報速度  $1/\tau$  (bps) とされている場合を示している。この場合は、情報信号の速度が情報信号再構成器814で出力される速度と等しいので、そのまま1系列の情報信号として出力される。この情報信号再構成器814よりの第1系列の情報信号は、拡散変調器817においてスペクトラム拡散処理されて、情報変調器815によりBPSK変調される。なお、拡散変調器

817において、第1系列の情報信号  $a_1, a_2, a_3 \dots$  は拡散符号PN1によりスペクトラム拡散処理される。この場合、拡散符号PN2, PN3は使用されない。これにより、図2(b)の状態3に示すような1系列の送信信号が得られるようになり、送信信号818として送信される。

【0027】状態4は情報信号  $a_1, a_2, a_3, \dots$  が、情報速度  $1/2\tau$  (bps) とされている場合を示している。この場合は、情報速度が情報信号再構成器814から出力される情報信号の速度の  $1/2$  とされているので、情報信号  $a_i$  は  $\tau$  毎の奇数番目の期間において、第1の系列として出力されると共に、 $\tau$  毎の偶数番目の期間において第2の系列として出力される。出力された第1系列および第2系列の同じ内容の情報信号  $a_i$  はそれぞれ拡散変調器817においてスペクトラム拡散処理されて、情報変調器815によりそれぞれBPSK変調される。なお、情報信号再構成器814から出力される2系列の情報信号の速度は、元の情報信号の2倍とされた  $1/\tau$  (bps) の共通速度とされる。

【0028】また、拡散変調器817において、第1の系列の情報信号  $a_1, a_2, a_3 \dots$  は拡散符号PN1によりスペクトラム拡散処理され、第2の系列の情報信号  $a_1, a_2, a_3 \dots$  は拡散符号PN2によりスペクトラム拡散処理される。この場合、拡散符号PN3は使用されない。これにより、図2(b)の状態4に示すような2系列の送信信号が得られるようになる。この2系列の送信信号は加算されて、送信信号818として送信される。このように、送信信号818は拡散符号PN1と拡散符号PN2とにより、各々が  $2\tau$  (sec.) 間隔で、 $\tau$  (sec.) の時間差すなわち、拡散符号の一周期の時間差を有して拡散され、この2系列が加算される。

【0029】状態5は情報信号  $a_1, a_2, \dots$  が、情報速度  $1/3\tau$  (bps) とされている場合を示している。この場合は、情報速度が情報信号再構成器814から出力される情報信号の速度の  $1/3$  とされているので、 $3\tau$  の周期の最初の  $\tau$  期間において情報信号  $a_i$  は第1の系列として出力され、 $3\tau$  の周期の2番目の  $\tau$  期間において情報信号  $a_i$  は第2の系列として出力され、 $3\tau$  の周期の最後の  $\tau$  期間において情報信号  $a_i$  は第3の系列として出力される。出力された第1系列ないし第3系列の同じ内容の3系列の情報信号  $a_i$  は拡散変調器817においてそれぞれスペクトラム拡散処理されて、情報変調器815によりそれぞれBPSK変調される。なお、情報信号再構成器814から出力される3系列の情報信号の速度は、元の情報信号の3倍とされた  $1/\tau$  (bps) の共通速度とされる。

【0030】また、拡散変調器817において、第1の系列の情報信号  $a_1, a_2, a_3 \dots$  は拡散符号PN1によりスペクトラム拡散処理され、第2の系列の情報

信号  $a_1, a_2, a_3 \dots$  は拡散符号 PN2 によりスペクトラム拡散処理され、第 3 の系列の情報信号  $a_1, a_2, a_3 \dots$  は拡散符号 PN3 によりスペクトラム拡散処理される。これにより、図 2 (b) の状態 5 に示すような 3 系列の送信信号が得られるようになる。この 3 系列の送信信号は加算されて、送信信号 818 として送信される。このように、送信信号 818 は拡散符号 PN1、拡散符号 PN2、および拡散符号 PN3 により、各々が  $3\tau$  (sec.) 間隔で、 $\tau$  (sec.) づつの時間差すなわち、拡散符号一周期の時間差を有して拡散され、この 3 系列が加算される。

【0031】このようにして、同一符号速度（チップレート）で同一符号長の相互に異なる符号により構成された拡散符号を 3 種類用いることにより、5 種類の異なる速度の情報信号のスペクトラム拡散送信が可能となる。また、ここでは拡散符号が 3 種類の場合について説明したが、 $k$  個の場合には同様にして、 $(2k-1)$  種類の速度の情報信号が送信可能である。ただし、 $k$  は 2 以上の整数とする。この場合、入力されるデータソースからの情報信号の速度が高速な場合は、情報速度を低下させて複数系列を用いて並列に伝送するようにしている。また、入力されるデータソースからの情報信号の速度が低速な場合は、情報速度を高くして、同じ内容の情報信号を複数系列を用いて並列に伝送するようにしている。したがって、同一帯域の伝送路を用いて高速な情報から低速の情報まで伝送することができると共に、低速の情報の場合は高品質で伝送することができるようになる。

【0032】次に、本発明のスペクトラム拡散通信装置におけるスペクトラム拡散受信機の構成の一例を図 3 に示す。この図において、受信信号 821 は、逆拡散変調器 822 に入力されて逆拡散処理が行われる。この場合、逆拡散変調器 822 では、送信時の複数の系列の拡散符号に対応した逆拡散処理を行う  $k$  個の整合フィルタ 1～整合フィルタ  $k$  において逆拡散処理される。ここでの、整合フィルタ 1～整合フィルタ  $k$  は、SAW (Surface Acoustic Wave) 整合フィルタ、デジタル整合フィルタ等の非同期で瞬時にその出力が得られるものとされている。

【0033】逆拡散変調器 822 からの逆拡散された複数系列の受信信号は、情報信号速度判定器 823 に入力されて受信信号の速度が判定される。情報信号速度判定器 823 において判定された速度情報信号 824 は、情報復調器 825、復号信号再構成器 826、および復号化器 827 へ供給される。情報復調器 825 においては速度情報信号 824 に応じて、復調すべき信号の存在する系列において、送信機の情報変調器 815 で用いられた変調方式に対応した復調が行われる。この復調信号は、複数系列の仮復調信号 1、仮復調信号 2、... 仮復調信号  $k$  として、復調信号再構成器 826 に入力される。復調信号再構成器 826 においては、速度情報信号

824 に基づいて、 $k$  個の系列の仮復調信号が同一系列上に再構成される。次いで、復号化器 827 において、速度情報信号 824 に基づいて復号化が行われる。

【0034】このように構成されたスペクトラム拡散受信機の動作を示すタイミングチャートを図 4 に示す。なお、図 4 においては、前記した図 2 と同様の条件の場合についてのタイミングチャートを示している。また、送信側での拡散符号の種類が 3 種類とされているので、整合フィルタも 3 種類（整合フィルタ 1、整合フィルタ 2、整合フィルタ 3）とされている。

【0035】状態 1 は最高の情報速度  $3/\tau$  (bps) の情報信号が送信された場合を示している。整合フィルタ 1 からは拡散符号の一周期である  $\tau$  (sec.) 間隔で逆拡散信号が出力され、同時刻に整合フィルタ 2 と整合フィルタ 3 においても逆拡散信号が出力される。このように、同時刻に 3 系列出力される逆拡散信号を、情報信号速度判定器 823 に入力することにより、情報速度が  $3/\tau$  (bps) であると、瞬時に判定される。逆拡散変調器 822 より出力される 3 系列の逆拡散信号は、情報復調器 825 に入力され、判定された情報速度信号 824 に基づいて、BPSK 復調される。復調された 3 系列の仮復調信号 1、2、3 は、復調信号再構成器 826 に入力されて、単一時系列上に  $\tau/3$  (sec.) 間隔で仮復調信号 1、仮復調信号 2、仮復調信号 3 の順番に並べられ、情報速度が  $3/\tau$  (bps) の情報信号が復調される。

【0036】これにより、複数系列で伝送された情報信号は、 $a_i, a_{i+1}, \dots$  と元の情報信号の順番に並べ換えられる。並べ換えられて 1 系統とされた復調信号は、復号化器 827 において情報速度信号 824 に基づいて復号化処理が行われ、復調情報信号 828 として元の情報信号が再生されるようになる。

【0037】状態 2 は情報速度が  $2/\tau$  (bps) の情報信号が送信された場合を示している。整合フィルタ 1 からは  $\tau$  (sec.) 間隔で逆拡散信号が出力され、同時刻に整合フィルタ 2 においても逆拡散信号が出力される。しかし、整合フィルタ 3 からは何も出力されない。このように、同時刻に 2 系列出力される逆拡散信号を、情報信号速度判定器 823 に入力することにより、情報速度が  $2/\tau$  (bps) であると、瞬時に判定される。逆拡散変調器 822 より出力される 2 系列の逆拡散信号は、情報復調器 825 に入力され、判定された情報速度信号 824 に基づいて、BPSK 復調される。復調された 2 系列の仮復調信号 1、2 は、復調信号再構成器 826 に入力されて、単一時系列上に  $\tau/2$  (sec.) 間隔で仮復調信号 1、仮復調信号 2 の順番に並べられ、情報速度が  $2/\tau$  (bps) の情報信号が復調される。

【0038】これにより、複数系列で伝送された情報信号は、 $a_i, a_{i+1}, \dots$  と元の情報信号の順番に並べ換えられる。並べ換えられて 1 系統とされた復調信

号は、復号化器 827 において情報速度信号 824 に基づいて復号化処理が行われ、復調情報信号 828 として元の情報信号が再生されるようになる。

【0039】状態 3 は情報速度  $1/\tau$  (bps) の情報信号が送信された場合を示している。整合フィルタ 1 からは  $\tau$  (sec.) 間隔で逆拡散信号が出力されるが、整合フィルタ 2、および整合フィルタ 3 からは何も出力されない。このように、1 系列だけ出力される逆拡散信号を、情報信号速度判定器 823 に入力することにより、情報速度が  $1/\tau$  (bps) であると、瞬時に判定される。逆拡散変調器 822 より出力される 1 系列の逆拡散信号は、情報復調器 825 に入力され、判定された情報速度信号 824 に基づいて、BPSK 復調される。復調された 1 系列の仮復調信号 1 は、復調信号再構成器 826 に入力されて、そのまま出力されることにより、情報速度が  $1/\tau$  (bps) の情報信号が復調される。この復調信号は、復号化器 827 において情報速度信号 824 に基づいて復号化処理が行われ、復調情報信号 828 として元の情報信号が再生されるようになる。

【0040】状態 4 は情報速度  $1/2\tau$  (bps) の情報信号が送信された場合を示している。整合フィルタ 1 からは  $2\tau$  (sec.) 間隔で逆拡散信号が出力され、整合フィルタ 2 からは  $\tau$  (sec.) オフセットされて、 $2\tau$  (sec.) 間隔で逆拡散信号が出力される。しかし、整合フィルタ 3 からは何も出力されない。このように、出力される逆拡散信号を、情報信号速度判定器 823 に入力することにより、情報速度が  $1/2\tau$  (bps) であると判定される。

【0041】逆拡散変調器 822 より出力される 2 系列の逆拡散信号は、情報復調器 825 に入力され、判定された情報速度信号 824 に基づいて、それぞれ BPSK 復調される。復調された 2 系列の仮復調信号 1、2 は、復調信号再構成器 826 に入力されて、2 系統の仮復調信号が合成されることにより情報速度が  $1/2\tau$  (bps) の情報信号が復調される。合成された復調信号は、復号化器 827 において情報速度信号 824 に基づいて復号化処理が行われ、復調情報信号 828 として元の情報信号が再生されるようになる。

【0042】状態 5 は情報速度  $1/3\tau$  (bps) の情報信号が送信された場合を示している。整合フィルタ 1 からは  $3\tau$  (sec.) 間隔で逆拡散信号が出力され、整合フィルタ 2 からは  $\tau$  (sec.) オフセットされて、 $3\tau$  (sec.) 間隔で逆拡散信号が出力される。さらに、整合フィルタ 3 からはさらに  $\tau$  (sec.) オフセットされて、 $3\tau$  (sec.) 間隔で逆拡散信号が出力される。このように、出力される逆拡散信号を、情報信号速度判定器 823 に入力することにより、情報速度が  $1/3\tau$  (bps) であると判定される。

【0043】逆拡散変調器 822 より出力される 3 系列の逆拡散信号は、情報復調器 825 に入力され、判定さ

れた情報速度信号 824 に基づいて、それぞれ BPSK 復調される。復調された 3 系列の仮復調信号 1、2、3 は、復調信号再構成器 826 に入力されて、3 系統の仮復調信号が合成されることにより情報速度が  $1/3\tau$

(bps) の情報信号が復調される。この合成された復調信号は、復号化器 827 において情報速度信号 824 に基づいて復号化処理が行われ、復調情報信号 828 として元の情報信号が再生されるようになる。このように、3 種類の整合フィルタ 1、2、3 を用いることにより、5 種類の異なる情報速度の情報信号を復調することができる。同様に、 $k$  種類の整合フィルタを用いることにより、 $2k-1$  種類の情報速度の情報信号が受信可能である。ただし、 $k$  は 2 以上の整数とする。

【0044】このように、スペクトラム拡散通信装置におけるスペクトラム拡散送信機、およびスペクトラム拡散受信機を構成することにより、異なる情報速度を取り得る情報信号を、その速度情報をパイロット信号として送信することなく、また、情報変調器および、情報復調器において取り得る最大の情報速度以上の速度の情報を処理することなく、さらに、復号化器において、情報速度の判定をしながら復号化することなく、スペクトラム拡散通信を可能とすることができる。

【0045】ところで、以上説明したスペクトラム拡散通信装置は、主として室内環境における高速なスペクトラム拡散通信を対象としており、基準となる情報速度（以下、基準情報速度という。）を高速にしたり、屋外において使用したりすると、大きな遅延波が拡散符号の一周期を超えて到来する場合が生じる。この場合の説明を図 5 を参照しながら説明するが、ここでは説明の簡略化のため、遅延波の影響を最も受けにくい、前記図 4 で示される状態 5 の場合を例に上げて説明する。遅延波の影響がない場合、状態 5 のように送信された間隔で整合フィルタに出力が生じる。しかし、実際にはマルチパスが存在するので、基準情報速度が低速の場合は、図 5 の遅延波を考慮した場合 A に示すように複数の出力が生じるようになる。この場合には、遅延波は拡散符号一周期  $\tau$  (sec.) 内にあるので、それぞれの遅延波を分離して合成することが可能である。

【0046】次に、基準情報信号が高速とされた場合、あるいは、屋外で使用したために大きな遅延波が拡散符号一周期  $\tau$  (sec.) を超えて到来する場合を、図 5 にマルチパスを考慮した場合 B として示す。この場合は、遅延波が拡散符号一周期  $\tau$  (sec.) を超えて到来するが、遅延波は  $3\tau$  (sec.) 以内に収まっているので、状態 5 の場合には、各系列の拡散符号は重なり合わないようになるため分離して合成することが可能となる。しかし、大きな遅延波が拡散符号一周期  $\tau$  (sec.) を超えて到来するような無線伝搬環境下においては、図 4 に示す状態 1 から状態 3 においては、遅延波が次の情報信号と重なるようになるため、分離することが



不可能となる。また、大きな遅延波が $2\tau$  (sec.) を超えると、状態4においても分離不可能になり、さらに、 $3\tau$  (sec.) を超えるとすべての状態で分離が不可能となる。(以下、図4に示す状態1から状態3までの伝送方法を単純並列伝送、状態4と状態5の伝送方法を再送型伝送と云う。)

【0047】このような問題を解決する方法が、1996年春季全国大会A-217等で発表されている。この方法では、拡散符号一周期を超える遅延波の分離を可能にするために、PN符号を拡散符号一周期毎に変えてN周期毎に巡回することで、遅延波の分離を可能とするサイクリック符号を提唱している。これにより高速伝送時の遅延波の分離が可能となるが、一般的なPN符号であるM系列および、直交M系列を使用すると、13次の系列を使用した時でも、630種類程度の拡散符号しか得られず、CDMA方式に適用するには十分な拡散符号種類が得られない。また、17次の系列を使用した時には7710種類程度の拡散符号が得られるが、その符号長は131071となり、ユーザーレート10Mbpsを実現しようとすると、非現実的なほど符号速度を高速にするか、回路規模の点から整合フィルタではなく、瞬時に出力することが困難なスライディング相関器を採用しなければならない。

【0048】また、符号速度を抑えるために分割多重数を増やすと多くの拡散符号種類が必要になり、実用に十分な拡散符号種類を確保するには、回路規模が膨大になってしまうとともに、高速な処理が要求されることになる。このように、屋内だけでなく、屋外環境で使用するには、どんなPN符号であっても良いわけではなく、屋内外におけるCDMA通信に適した拡散符号の使用が必要不可欠となる。また、再送型伝送においては各系列において拡散符号が毎周期毎に送出されないことから、初期同期検出時にその検出確率が、劣化してしまう課題がある。

【0049】そこで、本発明のスペクトラム拡散通信装置の第2の実施の形態は、拡散符号を一周期毎に変更してN周期毎に巡回させると共に、入力情報信号の情報速度だけでなく無線伝搬環境に応じて、情報信号再構成部以降の処理を変更することにより、上記の課題を解決するようにしている。また、送信開始時とデータ送信時において拡散符号数および周期の両方、あるいはいずれか一方の変更を可能とするようにしている。これにより、大きな遅延が生じる場合であっても使用可能となると共に、受信時の初期同期確率を向上することができるようになる。さらに、本発明のスペクトラム拡散通信装置の第2の実施の形態では、拡散符号をゴールド符号、直交ゴールド符号、嵩符号、直交嵩符号、あるいは、2次元シフトレジスタや周期の長い系列の並べ替えにより構成される2次元線形巡回符号であるM平面の各列の符号といった、同一符号長で拡散符号種類がゴールド符号と同

程度、もしくは同一符号長でM系列より拡散符号種類が多い拡散系列とすることで、屋外環境で不特定多数のユーザーが使用可能なCDMA通信に好適としている。

【0050】次に、本発明のスペクトラム拡散通信装置の第2の実施の形態を、図6ないし図10を参照しながら説明する。なお、図6は本発明のスペクトラム拡散通信装置におけるスペクトラム拡散送信機の構成を示すブロック図の一例であり、図7はゴールド符号を発生する拡散符号発生器の構成の一例を示す回路図であり、図8は直交ゴールド符号を発生する拡散符号発生器の構成の一例を示す回路図であり、図9は入力された情報信号に対する送信信号の形態を示す図であり、図10は本発明のスペクトラム拡散通信装置におけるスペクトラム拡散受信機の構成を示すブロック図の一例である。

【0051】図1において、情報信号111は、情報信号再構成器114に入力され、入力された情報信号111は、その情報速度および無線伝搬環境の両方あるいはいずれか一方に応じて、k個の複数系列に振り分けられる。なお、各系列における情報信号の速度は同一速度の基準情報速度とされる。ここで、系列1から系列kに振り分けられた情報信号は、それぞれ符号化器115によって符号化が行われる。次に、各系列の情報信号は拡散変調器117において、情報速度信号112および初期通信用信号113により、発生タイミングおよび周期を変更する変更手段を有する拡散符号発生器116から発生された符号速度(チップレート)が同一で、同一符号長の相互に異なる拡散符号PN1~PNkにより、スペクトラム拡散される。ただし、kは正の整数である。

【0052】そして、スペクトラム拡散された情報信号は、情報変調器118においてDBPSK変調、QPSK変調、あるいはオフセットQPSK変調等より、予め決められている変調方式により、uビット単位で変調がなされる。ただし、uは正の整数であり、BPSK変調の場合は1となり、QPSK変調の場合は2となる。なお、符号化器115を情報信号再構成器114に前置して、情報信号の再構成を考慮した符号化を行うようにしてもよい。

【0053】ところで、送信開始時は初期同期確率を向上するように、情報信号再構成部114、符号化部115、拡散符号発生器116、情報変調部118等の処理が、データ送信時における処理とは変更されている。この変更を行うための信号が、初期通信用信号113であり、この初期通信用信号113は、スペクトラム拡散送信機と共に設けられているスペクトラム拡散受信機側における初期通信用信号を用いるようにしてもよい。また、情報信号と共に送られてきた初期通信用信号を用いても、あるいは、送信機側で生成した初期通信用信号であってもよい。さらに、受信機側で検出された無線伝搬の状況を初期通信用信号に付加した信号により、送信開始時の変更を行うようにしてもよい。また、初期通信用信号



は予め取り決めがあれば、連続する情報信号の間に挿入することも可能であり、その際には受信待機時と同様に受信側が変更される。

【0054】また、拡散符号発生器116では、自己相関、相互相関も比較的良好なゴールド符号、直交ゴールド符号、嵩符号、直交嵩符号、あるいは、2次元シフトレジスタや周期の長い系列の並べ替えにより構成される2次元線形巡回符号であるM平面の各系列の符号といった、同一符号長で拡散符号種類がゴールド符号と同程度、もしくは同一符号長でM系列より拡散符号種類が多い拡散系列の符号を発生するようにしている。図7に示す回路は、一般的なゴールド符号の発生回路であり、図に示す通り、2組のシフトレジスタSR1、SR2とそれぞれのシフトレジスタSR1、SR2の所定のタップ出力の加算を行うモジュロ2加算器MOD-1、MOD-2から構成される。この2組のシフトレジスタSR1、SR2では、それぞれ異なるM系列符号が生成されており、生成されたM系列符号がモジュロ2加算器MOD-3により加算されることでゴールド符号が生成されている。

【0055】また、図8は直交ゴールド系列を発生する回路の一例を示している。この直交ゴールド系列発生回路は、M系列をそれぞれ発生するシフトレジスタからなる2つのPN系列発生器1、PN系列発生器2にデータホールド機能を有させるようにし、第1タイミング信号(Timing)1により2n周期毎に1チップ時間づつのデータホールドを行うようにしている。2つのPN系列発生器1、PN系列発生器2の出力系列は、排他的論理和(XOR1)においてモジュロ2の加算が行われ、さらにアンド回路(AND1)において第2タイミング信号(Timing)2により、前記データホールドされた部分が出力される。これにより、2n-1の符号長のゴールド符号を2nの符号長の直交ゴールド符号とすることができる。なお、図7および図8に示す回路は一例であって、本発明はこれに限られるものではない。また、シフトレジスタを2組ではなく、3組使用することにより発生される嵩符号、または、直交嵩符号も比較的、相互相関、自己相関が良好であり、符号種類もさらに増加させることができる。

【0056】なお、M系列および、直交M系列では15次の系列を使用した時でも、1800種類の系列しか得ることができないと共に、その符号長は32767と長い符号長となる。このため、ユーザーレートが上がった際には、符号速度を高速にする必要がある。したがって、実用に十分な符号種類を確保するには、回路規模が膨大になってしまうとともに、高速な処理が要求されるようになる。一方、例えば、ゴールド符号あるいは直交ゴールド符号を用いると、11次の系列で、2047種類の符号を生成でき、さらに、嵩符号、直交嵩符号等を用いると、符号長を長くすることなく、使用できる符号

種類を増やすことができるようになる。この結果、回路規模の縮小を図れるという優れた効果を奏することができる。

【0057】また、室内、室外を問わず、CDMAに適したスペクトラム拡散送信機とすることができる。さらに、本発明のスペクトル拡散通信装置の第2の実施の形態では、後述するように遅延波の分離を可能とするために、一列上で複数の拡散符号を巡回しながら使用するようにしているので、多くの拡散符号が必要となる。この場合においても上記した拡散符号の符号種類は十分な数となるため好適な拡散符号となる。

【0058】次に、図6に示すスペクトラム拡散送信機における、無線伝搬環境およびデータソースに応じて情報速度が変更される情報信号111の信号形態を図9

(a)に示し、その送信信号119の信号形態を図9

(b)に示す。ただし、ここでは説明の都合上、拡散符号kが3種類(k=3)で、 $\tau$ (sec.)を拡散符号の一周期としたとき $3\tau$ (sec.)の遅延波まで分離することが可能であることを示す信号形態図とされている。さらに、情報変調器118の変調方式をBPSK変調方式、つまりそれぞれの情報信号aiには1(bit)のデータが含まれているものとする。ただし、iは正の整数である。さらに、ここでは大きな遅延波が $2\tau \sim 3\tau$ (sec.)に到来するとしたので、ここで云う無線伝搬環境はマルチパスの影響以外の例えばフェージング、他局からの干渉等を示す。

【0059】図9(a)に示す状態1は、入力された情報信号111が取り得る最大の情報速度 $3/\tau$ (bps)、および/または、無線伝搬環境が非常に良好である場合である。ただし、ここでは、情報信号aiとして1から18までの18個だけが示されている。この状態1とされたときは、入力された情報信号111が3つの系列に順次振り分けられて、拡散変調器117において各々スペクトラム拡散されるようになる。すなわち、情報信号aiにおけるiが $3m+1$ の時は第1系列に振り分けられ、拡散符号PN10と拡散符号PN11と拡散符号PN12が巡回されて順次使用される。これにより、 $i=3m+1$ 時の情報信号aiがスペクトラム拡散される。つまり、情報信号a1が拡散符号PN10により、情報信号a4が拡散符号PN11により、情報信号a7が拡散符号PN12により、情報信号a10が拡散符号PN10により、情報信号a13が拡散符号PN11により、情報信号a16が拡散符号PN12により、それぞれスペクトラム拡散されるようになる。

【0060】また、iが $3m+2$ の時は第2系列に振り分けられ、拡散符号PN20と拡散符号PN21と拡散符号PN22が巡回されて、順次使用される。これにより、 $i=3m+2$ 時の情報信号aiがスペクトラム拡散される。すなわち、情報信号a2が拡散符号PN20により、情報信号a5が拡散符号PN21により、情報信

号 a 8 が拡散符号 PN 2 2 により、情報信号 a 1 1 が拡散符号 PN 2 0 により、情報信号 a 1 4 が拡散符号 PN 2 1 により、情報信号 a 1 7 が拡散符号 PN 2 2 により、それぞれスペクトラム拡散されるようになる。さらに、 $i$  が  $3(m+1)$  の時は第 3 系列に振り分けられ、拡散符号 PN 3 0 と拡散符号 PN 3 1 と拡散符号 PN 3 2 が巡回されて順次使用される。これにより、 $i = 3(m+1)$  時の情報信号  $a_i$  がスペクトラム拡散される。すなわち、情報信号 a 3 が拡散符号 PN 3 0 により、情報信号 a 6 が拡散符号 PN 3 1 により、情報信号 a 9 が拡散符号 PN 3 2 により、情報信号 a 1 2 が拡散符号 PN 3 0 により、情報信号 a 1 5 が拡散符号 PN 3 1 により、情報信号 a 1 8 が拡散符号 PN 3 2 により、それぞれスペクトラム拡散されるようになる。ただし、 $m$  は 0、または正の整数である。

【0061】なお、拡散変調器 117 における第 1 系列ないし第 3 系列への情報信号の振り分けは、情報信号再構成器 114 において行われるが、その際に、各々の系列上の情報速度は  $1/3$  倍の共通速度とされた  $1/\tau$  (bps) とされる。したがって、拡散後の送信信号は図 9 (b) の状態 1 のような信号形態となる。これにより、同一拡散符号により拡散される情報信号は図示するように  $3\tau$  (sec.) 毎に現われることになり、 $3\tau$  (sec.) 以上の間隔とされるため、図 5 のマルチパスを考慮した場合 B として示す大きな遅延波が生じる劣化した無線伝搬環境の場合であっても、各遅延波を分離して合成することが可能となる。

【0062】次に、図 9 (a) に示す状態 2 は入力された情報信号 111 の情報速度が  $2/\tau$  (bps) の場合、および/または、無線伝搬環境が比較的良好な場合等を示す。ただし、ここでは、情報信号  $a_i$  における  $i$  が 1 から 12 までは図示している。情報信号  $a_i$  における  $i$  が  $2m+1$  の時は第 1 系列に振り分けられ、拡散符号 PN 1 0 と拡散符号 PN 1 1 と拡散符号 PN 1 2 が巡回されて順次使用される。これにより、 $i = 2m+1$  時の情報信号  $a_i$  がスペクトラム拡散される。すなわち、情報信号 a 1 が拡散符号 PN 1 0 により、情報信号 a 3 が拡散符号 PN 1 1 により、情報信号 a 5 が拡散符号 PN 1 2 により、情報信号 a 7 が拡散符号 PN 1 0 により、情報信号 a 9 が拡散符号 PN 1 1 により、情報信号 a 1 1 が拡散符号 PN 1 2 により、それぞれスペクトラム拡散されるようになる。

【0063】また、 $i$  が  $2(m+1)$  の時は第 2 系列に振り分けられ、拡散符号 PN 2 0 と拡散符号 PN 2 1 と拡散符号 PN 2 2 が巡回されて順次使用される。これにより、 $i = 2(m+1)$  時の情報信号  $a_i$  がスペクトラム拡散される。すなわち、情報信号 a 2 が拡散符号 PN 2 0 により、情報信号 a 4 が拡散符号 PN 2 1 により、情報信号 a 6 が拡散符号 PN 2 2 により、情報信号 a 8 が拡散符号 PN 2 0 により、情報信号 a 1 0 が拡散符号

PN 2 1 により、情報信号 a 1 2 が拡散符号 PN 2 2 により、それぞれスペクトラム拡散されるようになる。ただし、 $m$  は 0、または正の整数である。

【0064】この場合は、拡散変調器 117 の 2 系列が使用され、拡散符号 PN 3 0 系統により拡散される系列の情報信号はない。なお、拡散変調器 117 における第 1 系列および第 2 系列への情報信号の振り分けは、情報信号再構成器 114 において行われる。その際に、各々の系列上の情報速度は  $1/2$  倍の共通速度とされた  $1/\tau$  (bps) とされる。したがって、拡散後の送信信号は図 9 (b) の状態 2 のような信号形態となる。これにより、同一拡散符号により拡散される情報信号は図示するように  $3\tau$  (sec.) 毎に現われることになり、 $3\tau$  (sec.) 以上の間隔とされるため、図 5 のマルチパスを考慮した場合 B として示す大きな遅延波が生じる劣化した無線伝搬環境の場合であっても、各遅延波を分離して合成することが可能となる。

【0065】さらに、図 9 (a) に示す状態 3 は入力された情報信号 111 の情報速度が  $1/\tau$  (bps) の場合、および/または、無線伝搬環境が比較的良好な場合を示す。ただし、ここでは、情報信号  $a_i$  における  $i$  が 1 から 6 までは図示している。そして、情報信号  $a_i$  は第 1 系列にすべて振り分けられ、拡散符号 PN 1 0 と拡散符号 PN 1 1 と拡散符号 PN 1 2 が巡回されて順次使用されて、情報信号  $a_i$  がスペクトラム拡散される。すなわち、情報信号 a 1 が拡散符号 PN 1 0 により、情報信号 a 2 が拡散符号 PN 1 1 により、情報信号 a 3 が拡散符号 PN 1 2 により、情報信号 a 4 が拡散符号 PN 1 0 により、情報信号 a 5 が拡散符号 PN 1 1 により、情報信号 a 6 が拡散符号 PN 1 2 により、それぞれスペクトラム拡散されるようになる。

【0066】この場合は、拡散変調器 117 の 1 系列が使用され、拡散符号 PN 2 0 系統および拡散符号 PN 3 0 系統により拡散される系列の情報信号はない。なお、拡散変調器 117 における第 1 系列への情報信号の振り分けは、情報信号再構成器 114 において行われる。この場合の系列上の情報速度は入力された情報信号 111 の伝送速度と同じ共通速度とされた  $1/\tau$  (bps) とされる。したがって、拡散後の送信信号は図 9 (b) の状態 3 のような信号形態となる。これにより、同一拡散符号により拡散される情報信号は図示するように  $3\tau$  (sec.) 毎に現われることになり、 $3\tau$  (sec.) 以上の間隔とされるため、図 5 のマルチパスを考慮した場合 B として示す大きな遅延波が生じる劣化した無線伝搬環境の場合であっても、各遅延波を分離して合成することが可能となる。

【0067】さらにまた、図 9 (a) に示す状態 4 は入力された情報信号 111 の情報速度が  $1/2\tau$  (bps) の場合、および/または、無線伝搬環境が比較的良好な場合を示している。ここでは、情報信号  $a_i$  にお

る  $i$  が 1 から 3 までは図示している。情報信号  $a_i$  は第 1 系列に振り分けられ、拡散符号  $PN10$  と拡散符号  $PN11$  が巡回するよう順次使用され、 $2\tau$  (sec.)

(sec.) 毎にスペクトラム拡散される。また、同じ情報信号  $a_i$  が拡散符号一周期分オフセットされて第 2 系列に振り分けられ、拡散符号  $PN20$  と拡散  $PN21$  が巡回するよう順次使用され、 $2\tau$  (sec.) +  $\tau$  (sec.) 毎にスペクトラム拡散される。

【0068】この情報信号  $a_i$  の振り分けは、情報信号再構成器 114 により行われ、その際に、各々の系列上の情報速度は 2 倍の共通とされた情報速度  $1/\tau$  (bps) とされる。したがって、送信信号は拡散符号  $PN10$ 、拡散符号  $PN11$  を使用する第 1 系列と、拡散符号  $PN20$ 、拡散符号  $PN21$  を使用する第 2 系列において、各系列の拡散符号は交互に  $2\tau$  (sec.) 周期で拡散される。さらに、系列間では  $\tau$  (sec.) の時間差を有するようになる。この場合、各系列では同一の情報信号に拡散符号が乗算されるようになる。また、この際に、 $PN30$  系統により拡散される情報信号はない。したがって、図 9 の状態 4 に示す様な信号形態となる。これにより、同一拡散符号により拡散される情報信号は図示するように  $4\tau$  (sec.) 毎に現われることになり、 $3\tau$  (sec.) 以上の間隔とされるため、図 5 のマルチパスを考慮した場合 B として示す大きな遅延波が生じる劣化した無線伝搬環境の場合であっても、各遅延波を分離して合成することが可能となる。さらに、高品質の伝送を行うことができる。

【0069】さらに、図 9 (a) に示す状態 5 は情報速度が  $1/3\tau$  (bps) の場合、および/または、無線伝搬環境が非常に劣悪な場合等を示している。ここでは、情報信号  $a_i$  における  $i$  が 1 と 2 の場合を図示している。この場合は、情報信号  $a_i$  は第 1 系列に振り分けられ、拡散符号  $PN10$  により、 $3\tau$  (sec.) 毎にスペクトラム拡散される。また、同じ情報信号  $a_i$  が拡散符号一周期分オフセットされて第 2 系列に振り分けられ、拡散符号  $PN20$  により、 $3\tau$  (sec.) +  $\tau$  (sec.) 毎にスペクトラム拡散される。さらに、同じ情報信号  $a_i$  が拡散符号二周期分オフセットされて第 3 系列に振り分けられ、拡散符号  $PN30$  により、 $3\tau$  (sec.) +  $2\tau$  (sec.) 毎にスペクトラム拡散される。

【0070】この場合の、情報信号  $a_i$  の振り分けは、情報信号再構成器 114 により行われ、その際に、各々の系列上の情報速度は 3 倍の共通とされた情報速度  $1/\tau$  (bps) とされる。したがって、拡散符号  $PN10$  と拡散符号  $PN20$  と拡散符号  $PN30$  によりスペクトラム拡散された送信信号は、各系列においてそれぞれ  $3\tau$  (sec.) 周期で出現するようになり、各々が  $\tau$  (sec.) の時間差を有するようになる。したがって、拡散後の送信信号は図 9 (b) に示す状態 5 の様な

信号形態となる。これにより、同一拡散符号により拡散される情報信号は  $3\tau$  (sec.) 毎に現われることになる。これにより、同一拡散符号により拡散される情報信号は図示するように  $3\tau$  (sec.) 毎に現われることになり、 $3\tau$  (sec.) 以上の間隔とされるため、図 5 のマルチパスを考慮した場合 B として示す大きな遅延波が生じる劣化した無線伝搬環境の場合であっても、各遅延波を分離して合成することが可能となる。さらに、高品質の伝送を行うことができる。

【0071】以上説明したように、同一符号速度 (チップレート) で同一符号長の相互に異なる拡散符号を一系列において多くても 3 種類用いることにより、5 種類の異なる情報速度の情報を送信し、さらには、3 周期を超えない遅延波の分離が可能な送信信号を送信することが可能になる。また、上記の説明は拡散符号を 3 系列とした場合についての説明であるが、拡散符号を 4 系列以上にするとさらに多種類の情報速度での情報信号の送信が可能となる。さらに、遅延波に応じて 4 種類以上を同一系列上に巡回することも可能である。さらに、初期通信用信号を用いれば、同一系列上の拡散符号種類を大きな遅延波の到来時間予測に応じて変更することが容易である。また、遅延波の到来状況を受信側で把握することにより、送信側において適切な巡回周期を設定するようになれば、高速伝送における CDMA 通信に最適なスペクトラム拡散送信機となることが理解される。さらに、拡散符号を単純に巡回させるようにしたが、本発明はこれに限るものではなく、送信機および受信機の両方でその変更方法を予め認識していれば、単純に巡回させる必要はなく、どのような巡回方法でも良い。

【0072】次に、本発明のスペクトラム拡散通信装置の第 2 の実施の形態におけるスペクトラム拡散受信機の構成例について図 10 を参照しながら説明する。図 10 において、受信信号 121 は逆拡散変調器 122 において、各々の系列上で、同一符号速度、同一符号長の相互に異なる逆拡散符号で構成された整合フィルタ 1 から整合フィルタ  $k$  に分配される。そして、逆拡散処理が行われた出力信号は情報復調器 126 および、初期通信用信号及び情報信号速度判定器 123 に供給される。

【0073】そして、初期受信が行われると、情報速度信号 124 と初期通信用信号 125 が初期通信用信号及び情報速度信号判定器 123 から出力されて情報復調器 126、復号化器 127、及び復調信号再構成器 128 に供給されることにより、これらが動作を開始するようになる。これにより、情報復調器 126 が、逆拡散変調器 122 からの出力信号を復調するようになり、復調信号 1 ~ 復調信号  $k$  を各系列に出力する。この復調信号 1 ~ 復調信号  $k$  は、復号処理を行う復号化器 127 を経て、情報速度信号 124 に応じて復調信号を再構成する復調信号再構成器 128 に供給される。この復調信号再構成器 128 は復号化器 127 から供給された信号

群を、情報速度信号124に基づいて再配置、合成することにより、復調された元の情報信号を復調情報信号129として出力する。

【0074】これを図9(b)から図9(a)を再生すると云う観点から見ると、初期通信用信号及び情報速度信号判定器123は、逆拡散変調器122を構成している整合フィルタ1~整合フィルタkの出力態様から、図9(b)に示す状態1ないし状態5のどの状態で送信されたかを判定して、情報速度信号124として情報復調器126、復号化器127、及び復調信号再構成器128に出力している。情報速度信号124が供給された各部は、供給された図9(b)に示す状態1ないし状態5のいずれかの送信信号と同じ態様とされた受信信号を、再構成および合成することにより、図9(a)に示すような元の情報速度とされた復調信号を再生するようにする。

【0075】さらに、逆拡散変調器122を構成する整合フィルタからの出力に現れるマルチパス、フェージング、他局からの干渉等の無線伝搬環境を判定することができ、この無線伝搬環境の情報は初期通信用信号125に含まれて、情報復調器126、復号化器127、復調情報信号再構成器128に供給されるようになる。この無線伝搬環境の情報を、送信側における初期通信用信号113に含ませてもよい。またさらに、初期送信時や受信待機時において、利用する拡散系列数および拡散周期の両方あるいはいずれか一方を変更することで、主には再送型伝送時において初期同期確率を上げることができ、効率良く受信することができる。また、図10に示すスペクトラム拡散受信機の前記状態1~状態5における動作を示すタイミングチャートは、前記図4に示すタイミングチャートと同様になるので、その説明は省略する。

#### 【0076】

【発明の効果】本発明の第1の実施の形態は、以上説明したように、スペクトラム拡散通信装置の送信機において、情報信号の速度情報信号により、入力された情報信号を共通速度とされている複数の系列に振り分けて、同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる拡散符号で、各々の系列上の信号を拡散するようにしたので、符号化周期ごとに共通の制御ビットを付加する必要がなく、また、情報変調器において、取り得る最大の情報速度以上で変調をする必要がないため、情報変調器の情報変調速度が低速化されると共に、情報変調器の回路を簡素化することができるようになる。また、情報速度が低くなった時に高品質で情報を伝送することができるようになる。

【0077】また、スペクトラム拡散受信機において、受信信号を複数の系列に分配して、各々の系列で、同一符号速度で、同一符号長の相互に異なる逆拡散符号で逆拡散を行い、その出力情報に基づき、幾つかの情報速度

の中で復調すべき情報信号の速度を瞬時に判定し、得られた速度情報により、複数の系列上の復調信号を同一系列上に再構成するようにしたので、取り得る最大の情報速度以上で復調する必要がなく、また、復号化器における速度情報の判定を不要とするため、情報復調器の情報復調速度が低速化されると共に、復号化器における復号化の時間が短縮されると共に、情報復調器及び、復号化器の回路を簡素化することができる。また、情報速度が低くなった時に情報を高品質で復号することができるようになる。

【0078】また、スペクトラム拡散送信機とスペクトラム拡散受信機を兼ね備えることにより、送信側では、情報変調器において、情報変調速度を低速化することができると共に、構成の簡素化をすることができ、受信側では、復調変調器において、情報復調速度を低速化することができると共に、構成の簡素化をすることができるようになる。また、情報速度判定器にて、速度情報の判定が瞬時にできて、復号化器における速度情報の判定を不要とすることができ、多種類で高速な情報速度の情報信号を選択的に伝送することのできる通信方式を簡素に実現することができる。

【0079】さらにまた、本発明の第2の実施の形態では、さらに加えて、無線伝搬環境に応じて通信形態を変更することが容易になり、さらに、遅延波が、生じる伝搬環境でも使用可能で、さらに、受信時の初期同期確率を向上することのできるCDMA通信に適したスペクトラム拡散通信装置を実現することができる。また、拡散符号の一周期を単位として、隣接する拡散符号が異なる拡散符号となるよう巡回させることで、拡散符号の一周期を超える遅延波の分離、さらに合成を可能とし、さらに、拡散符号を同一符号長でゴールド符号程度の拡散符号種類の拡散系列、もしくは同一符号長でM系列より拡散符号種類が多い拡散系列を用いることで、遅延波が生じる伝搬環境下で不特定多数のユーザーが使用可能なCDMA通信に適したスペクトラム拡散通信装置を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスペクトル拡散通信装置の第1の実施の形態のスペクトル拡散送信機の構成の一例を示すブロック図である。

【図2】図1に示したスペクトル拡散送信機において、出力タイミングチャートを示す図である。

【図3】本発明のスペクトル拡散通信装置の第1の実施の形態のスペクトル拡散受信機の構成の一例を示すブロック図である。

【図4】図3に示したスペクトル拡散受信機において、出力タイミングチャートを示す図である。

【図5】本発明のスペクトル拡散通信装置の第1の実施の形態において遅延波が生じた場合の合成/除去の可能な状態を説明する信号形態図である。

【図6】本発明のスペクトル拡散通信装置の第2の実施の形態のスペクトル拡散送信機の構成の一例を示すブロック図である。

【図7】拡散符号発生器等で使用するゴールド符号の発生回路の構成の一例を示す図である。

【図8】拡散符号発生器等で使用する直交ゴールド符号の発生回路の構成の一例を示す図である。

【図9】図6に示したスペクトル拡散送信機において、出力タイミングチャートを示す図である。

【図10】本発明のスペクトル拡散通信装置の第2の実施の形態のスペクトル拡散受信機の構成の一例を示すブロック図である。

【図11】従来のスペクトラム拡散通信方式の送信機の概略構成を示すブロック図である。

【図12】従来のスペクトラム拡散通信方式の受信機の概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

111, 411, 811 情報信号

112, 124, 412, 812, 824 情報速度信

号

113, 125 初期通信用信号

114, 814 情報信号再構成器

115, 813 符号化器

116, 414, 816 拡散符号発生器

117, 416, 817 拡散変調器

118, 415, 815 情報変調器

119, 417, 818 送信信号

121, 421, 821 受信信号

122, 423, 822 逆拡散変調器

123 初期通信用信号及び情報速度信号判定器

126, 424, 825 情報復調器

127, 827 復号化器

128, 826 復調信号再構成器

129, 426, 828 復調情報信号

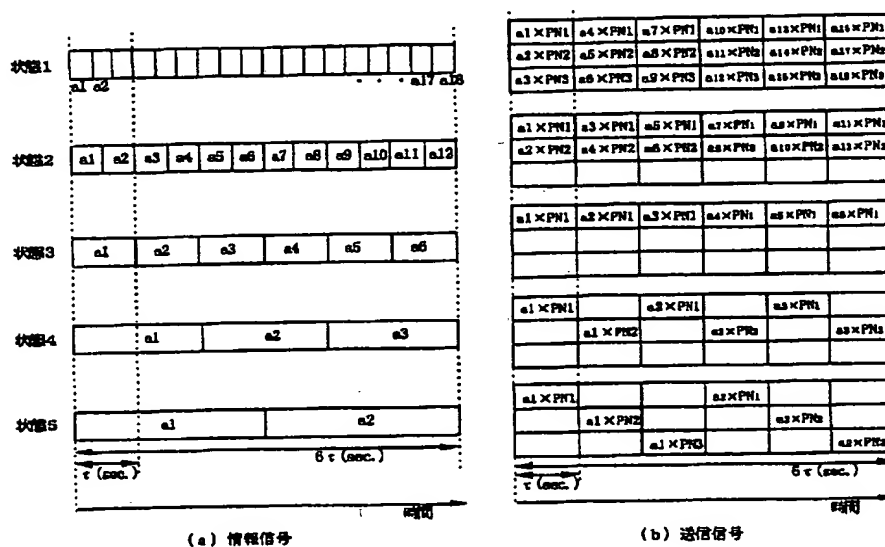
413 符号化および情報信号再構成器

422 逆拡散信号発生器

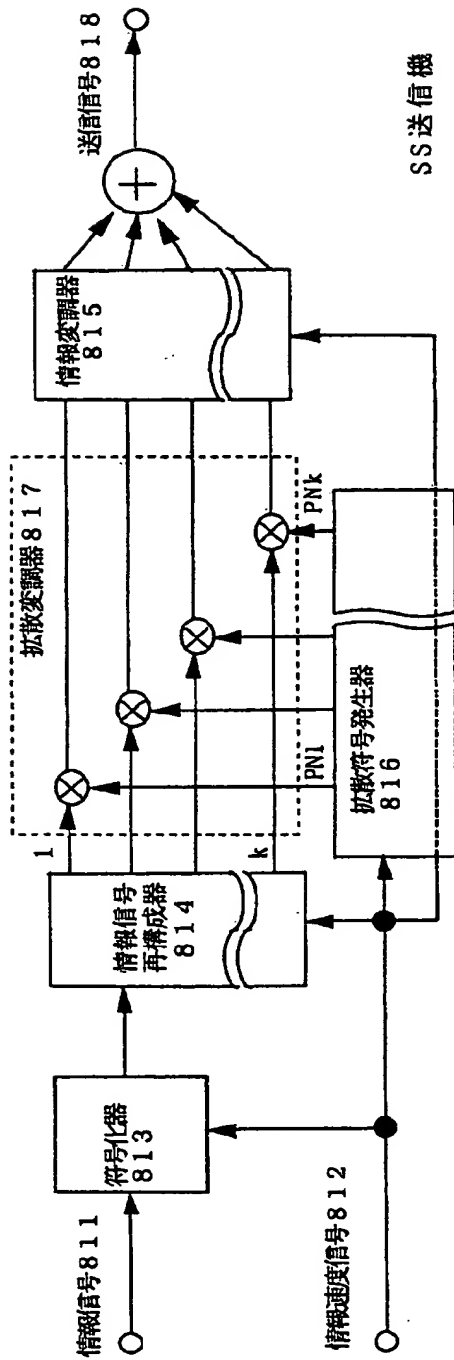
425 復号化および情報速度判定器

823 情報信号速度判定器

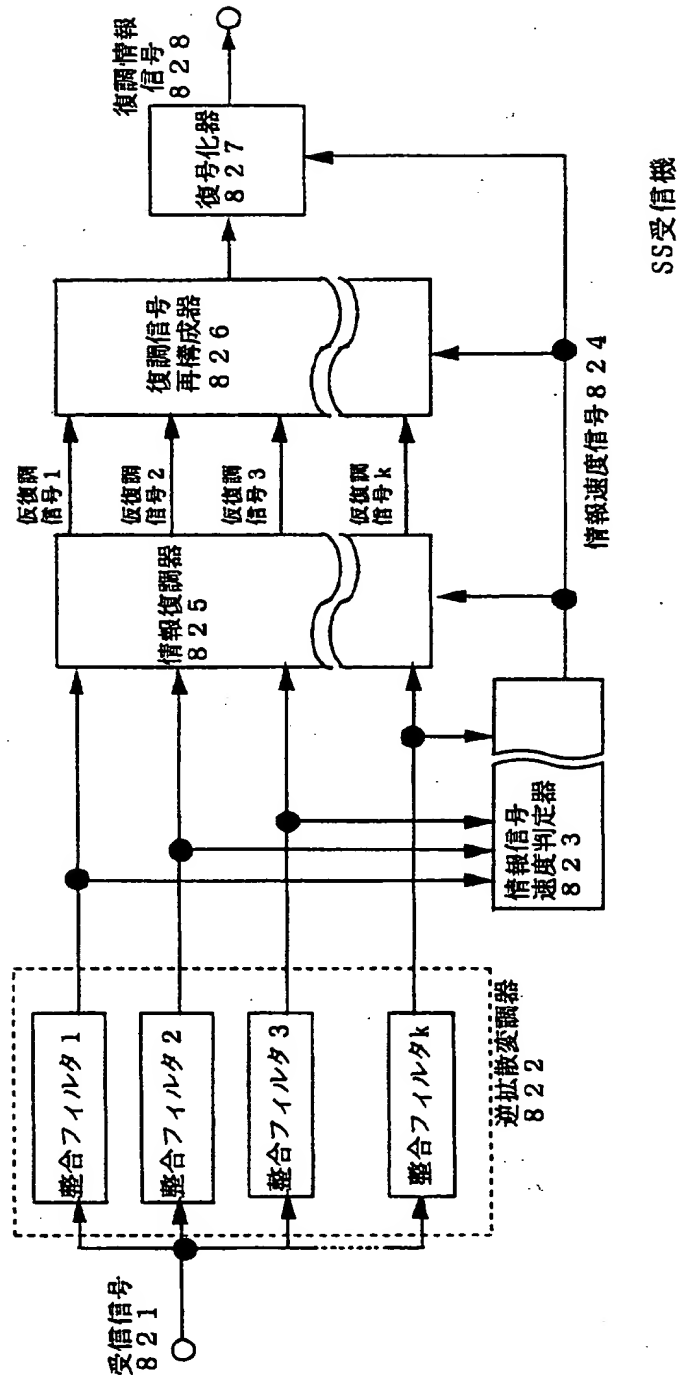
【図2】



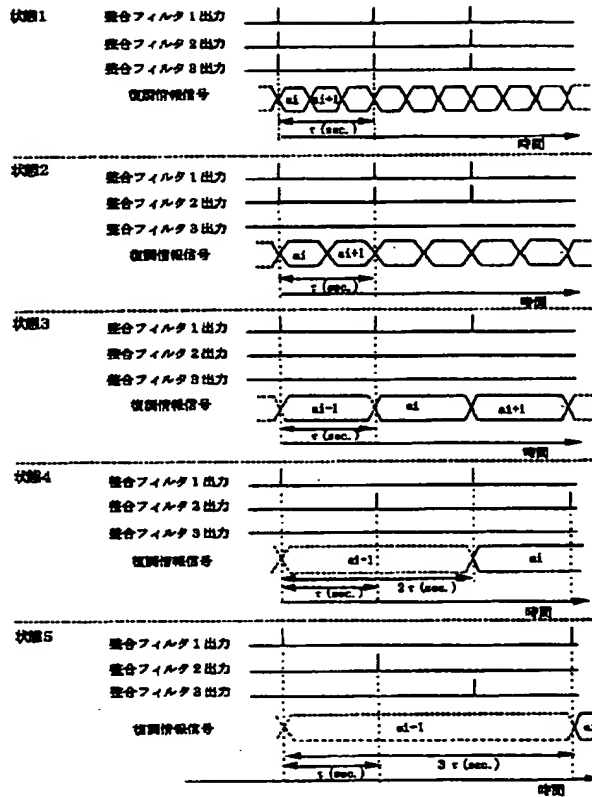
【図1】



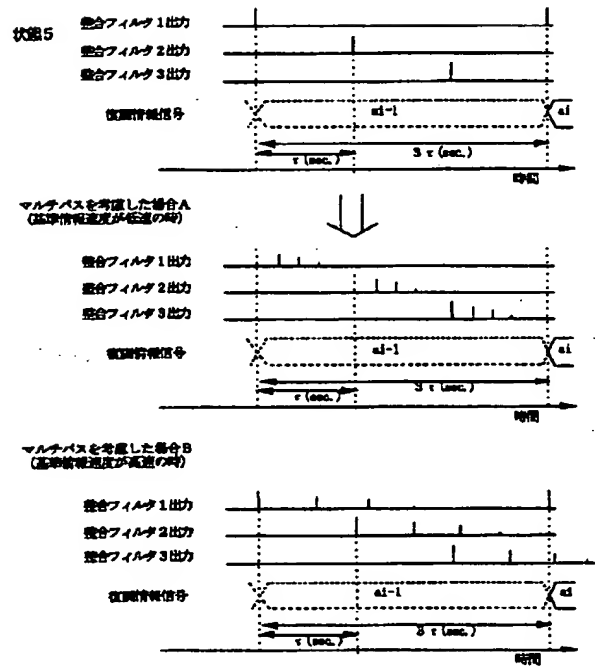
【図3】



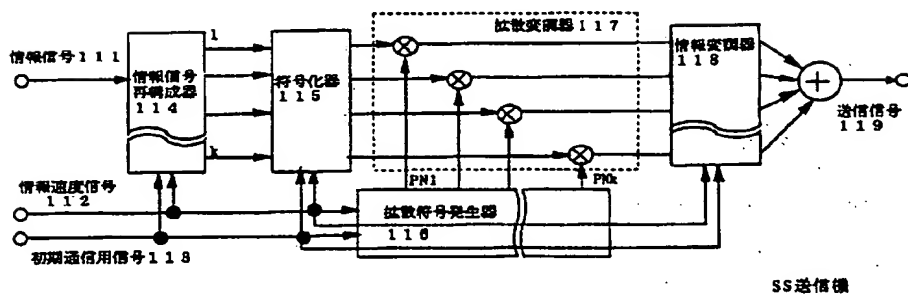
【図 4】



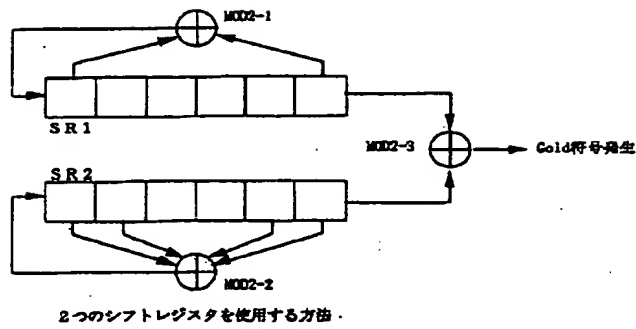
【図 5】



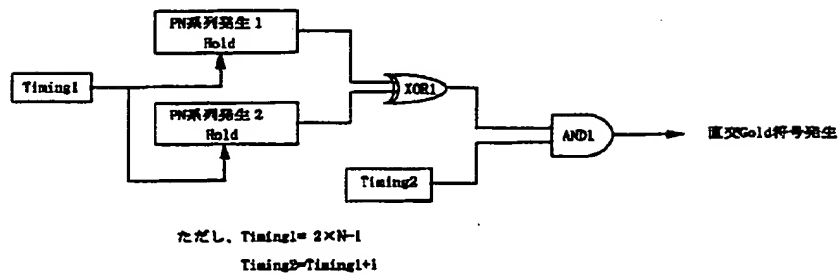
【図 6】



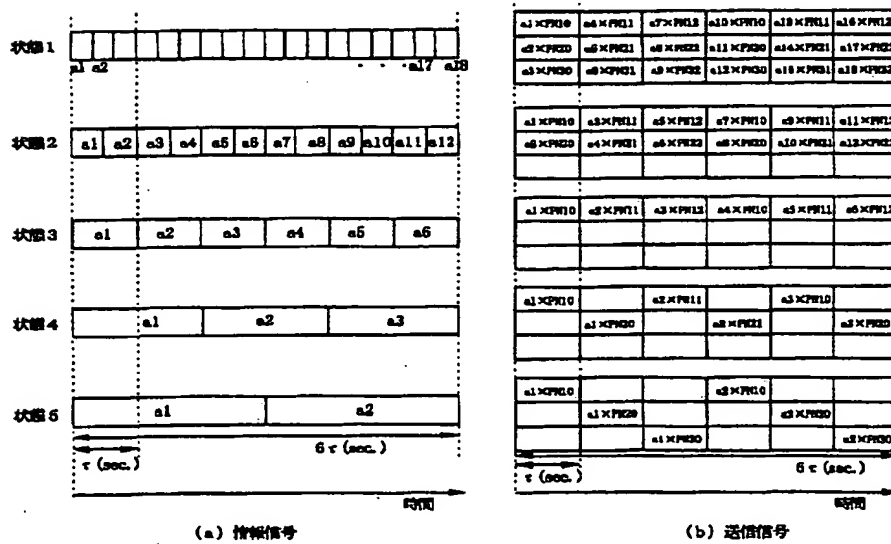
【図7】



【図8】

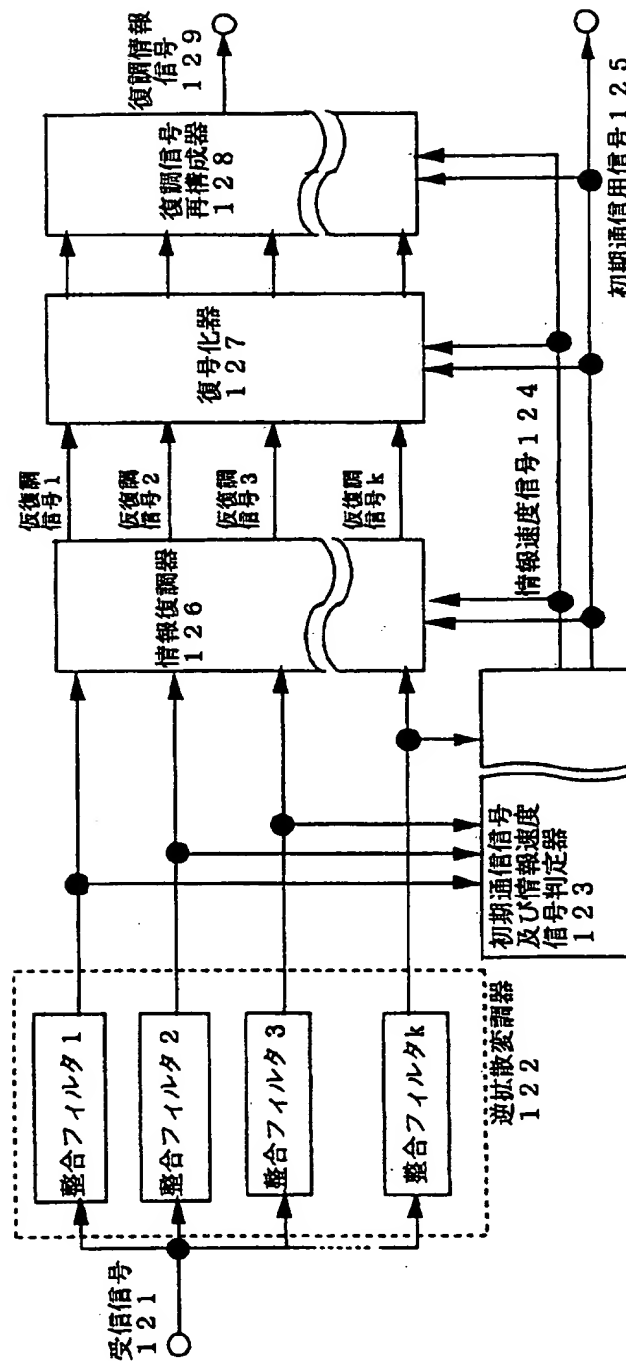


【図9】



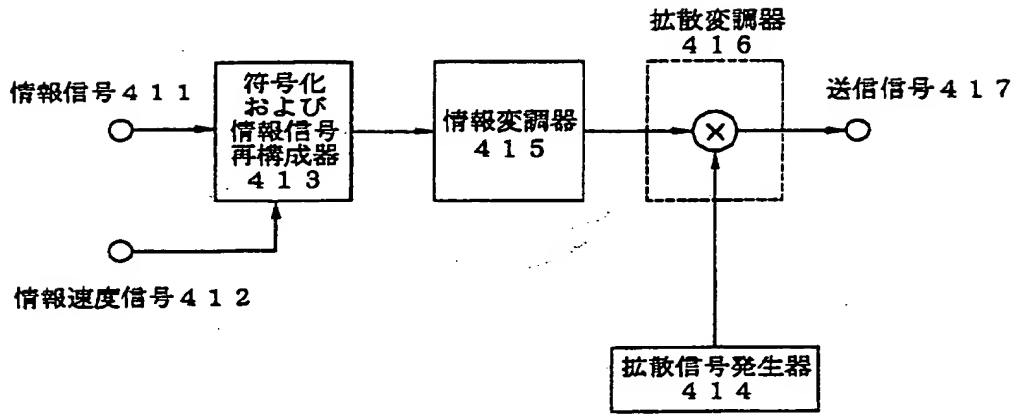


【図10】



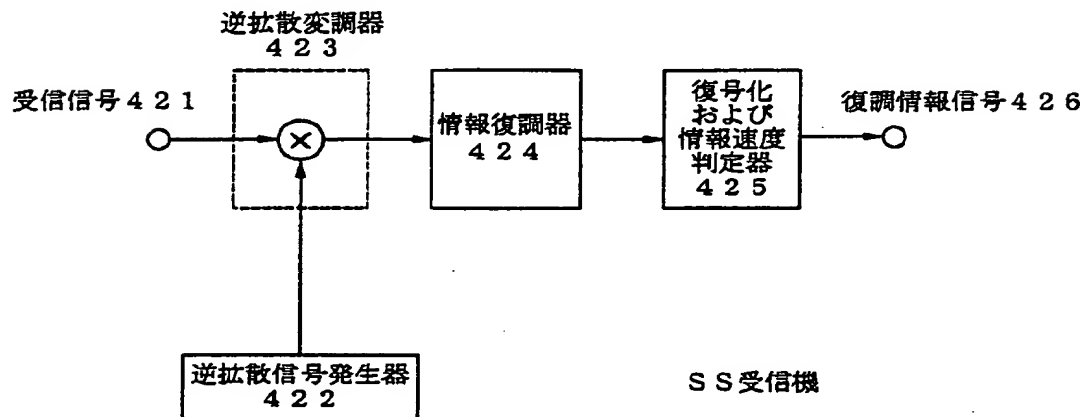
SS受信機

【図 11】



SS 送信機

【図 12】



SS 受信機